



Óleos Essenciais e o Ensino de Química Orgânica

Uma Sequência Didática para o Ensino Médio

LUDMILA CRISTIANE PEDROSA

e-book

APRESENTAÇÃO

Prezado/a professor/a,

Este produto educacional faz parte da dissertação de Mestrado "Óleos essenciais como tema condutor de uma sequência didática para o ensino de química orgânica", desenvolvida pela autora no Programa de Pós-Graduação Profissional em Química em Rede Nacional, na Universidade Federal de Viçosa (PROFQUI-UFV), sob orientação dos professores Mayura Rubinger e Antonio Vidigal. O e-book foi elaborado como uma contribuição para professores da área de Ciências da Natureza, visando o ensino de Química Orgânica de forma prática e interativa. O primeiro capítulo aborda a importância dos óleos essenciais para a sociedade, assim como a composição e outras características peculiares aos óleos essenciais escolhidos para a construção da sequência didática descrita no segundo capítulo.

O tema em destaque permite contextualizar o conteúdo de Química Orgânica, uma vez que a aplicação de óleos essenciais na indústria alimentícia, de cosméticos, farmacêutica e outras desperta a curiosidade e complementa os conhecimentos que os estudantes trazem do uso cotidiano desses produtos. A interdisciplinaridade com outras áreas do conhecimento é possível com o acréscimo de atividades com essa temática nas aulas de Biologia ou História, por exemplo, estendendo e ressignificando a aprendizagem.

A utilização de estratégias ativas empreende um movimento amplo de reflexão dos processos de ensino e aprendizagem na contemporaneidade (Berbel, 2011). Assim, a sequência didática proposta é um conjunto sistematizado de atividades que permite a interação e a ampla participação dos estudantes como protagonistas de sua aprendizagem (Dolz, Noverraz e

Schneuwly, 2004). Entre essas estratégias incluem-se pesquisas, experimentos e jogos didáticos. Neste sentido, o trabalho é orientado de forma que o professor seja o mediador do processo de construção do conhecimento e, o estudante, o principal sujeito da aprendizagem (Freire, 2004).

A parte experimental descrita nesse *e-book* envolve a extração de óleos essenciais a partir de matérias primas de baixo custo e fácil aquisição e a sua comparação com outros óleos disponíveis comercialmente. São propostas, ainda, reações simples de caracterização dos compostos orgânicos presentes em cada extrato. Esta parte prática é importante e permite abordar e aprofundar conceitos de funções orgânicas, reações e propriedades físicas de compostos orgânicos.

Autores como Libâneo (2015) e Candau (2014) retratam uma crise na profissão docente pela dificuldade em atender a crescente demanda pelo uso de tecnologias digitais de informação e comunicação (TICs). Isto pode acarretar certo desinteresse dos estudantes pela escola. Considerando a possibilidade desse panorama, foram incluídas atividades utilizando TICs na sequência didática: Busca e seleção de informações na Internet, uso de programas de desenho de estruturas moleculares e de plataformas de jogos didáticos. Além de contribuírem para a aprendizagem, jogos digitais educativos podem auxiliar os professores na avaliação de sua prática pedagógica.

Convidamos os leitores à reflexão sobre a prática docente e esperamos trazer dicas e opções de abordagens úteis para o ensino da Química Orgânica.

Bom trabalho a todos/as!

A autora

CAPÍTULO 1 - ÓLEOS ESSENCIAIS

Objetivos do capítulo

Este capítulo não pretende ser um tratado completo sobre óleos essenciais. A ideia é apresentar conceitos básicos sobre o tema, descrever a composição, propriedades físico-químicas, fórmulas estruturais e a importância econômica e social dos extratos que serão estudados por meio da sequência didática proposta no capítulo dois.

Segundo a Base Nacional Comum Curricular, BNCC, é necessário que o conhecimento adquirido na escola seja útil e possa ser aplicado pelos estudantes na análise e solução de situações problemas. Para tanto, é importante o desenvolvimento de certas habilidades, em especial aquelas descritas pelo código EM13CNT307, que sugere que os alunos sejam capazes de "Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano" (Brasil, 2018).

Para a construção da sequência didática que aborda os conteúdos de reconhecimento das funções orgânicas oxigenadas, compostos insaturados e reações orgânicas a partir da temática dos óleos essenciais foram escolhidos os óleos de camomila, canela, citronela, cravo-da-índia, eucalipto, hortelã-pimenta, lavanda e limão-taiti, devido à facilidade de encontrar esses produtos no mercado, pela extensa utilização na indústria brasileira ou também pela importância na economia do Brasil, um dos países exportadores de óleos essenciais, especialmente de cítricos.

Óleos essenciais são metabólitos secundários de plantas, de composição variada, voláteis e com baixa solubilidade em água. Podem ser produzidos principalmente nas folhas, caules, raízes, flores ou frutos. Diferentemente dos metabólitos primários, que são utilizados no desenvolvimento, nutrição e crescimento da planta, a produção de metabólitos secundários pode ter como objetivos principais: 1) inibir a ação de consumidores, como insetos e outros animais; 2) proteger as plantas contra doenças causadas por fungos e bactérias; 3) atrair polinizadores, influenciando assim as interações entre as plantas e o ambiente; 4) competir por território, água, luz e nutrientes com outras espécies de plantas inibindo sua germinação ou crescimento; 5) proteger a planta da variação de condições ambientais, como frio e calor excessivos, raios ultravioleta, aumento de concentração salina ou de outros compostos químicos danosos.

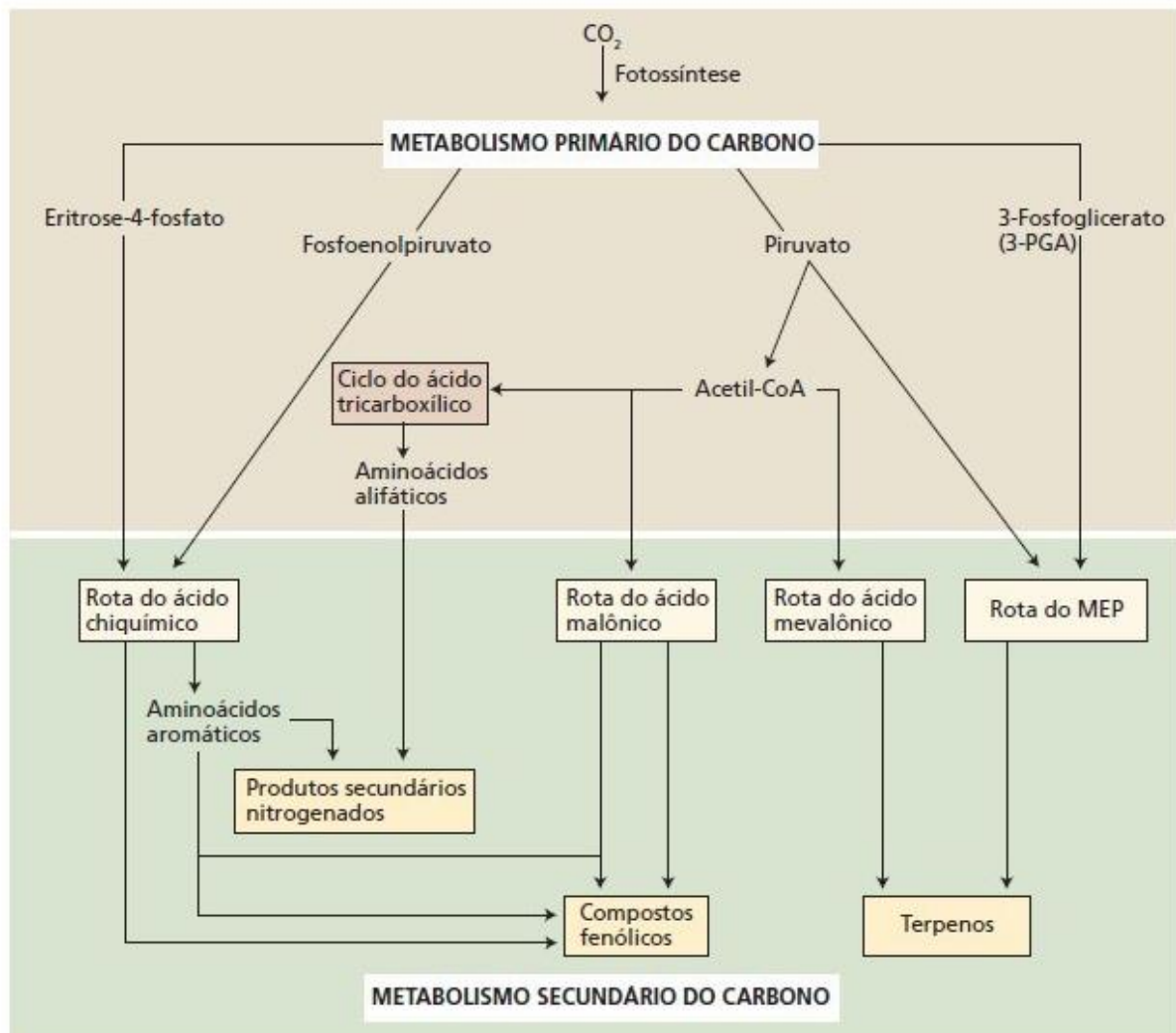
Metabólitos secundários possuem também valores relevantes para o ser humano. Podem ser matéria prima para diferentes setores industriais, como para indústrias farmacêutica, alimentícia, de produtos de limpeza, perfumaria e cosméticos. Como muitos produtos naturais fazem parte dos sistemas de defesa das plantas, uma aplicação comercial para alguns óleos essenciais se dá na área dos defensivos agrícolas.

No Brasil, as pesquisas com plantas aromáticas cresceram a partir da década de 1940, mas foi a partir dos anos 80 que a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) expandiu o estudo e cresceu o uso dos óleos essenciais no país, tanto para produção e comercialização de óleos essenciais quanto na área da pesquisa científica.

Óleos essenciais contêm metabólitos secundários de plantas, que podem ser classificados a partir de suas fórmulas estruturais e rotas biossintéticas. Os principais componentes dos óleos essenciais são:

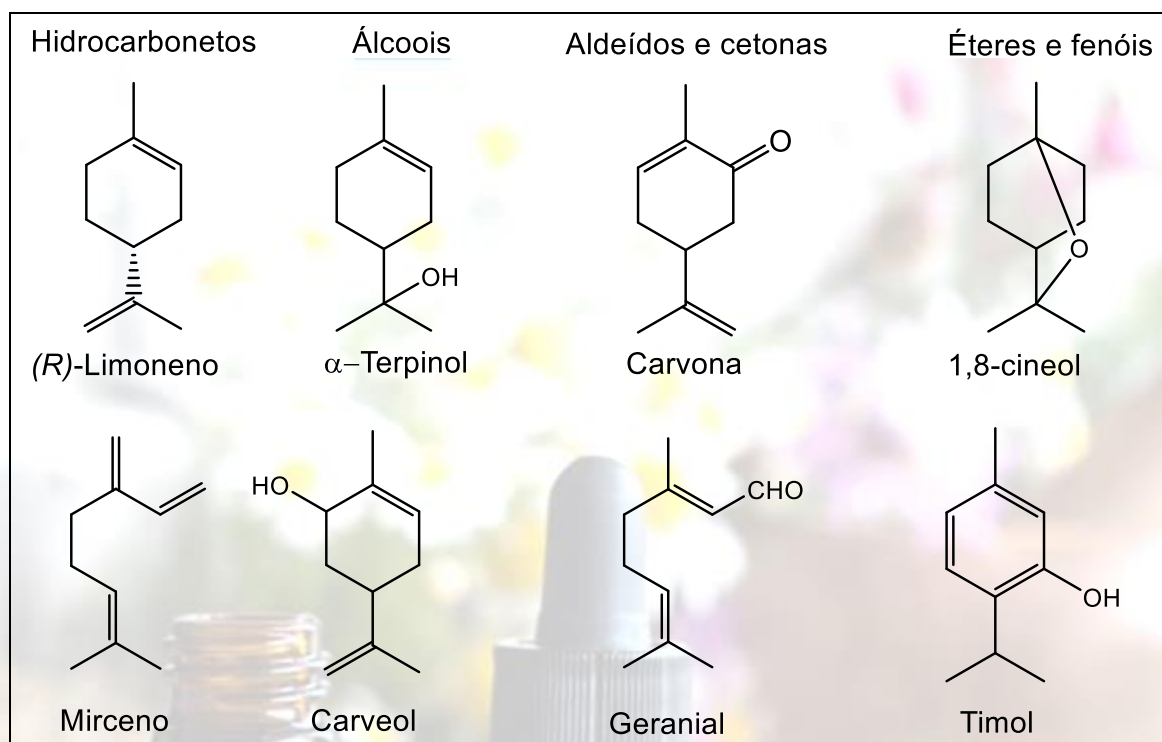
- Terpenos/terpenóides - São formados nas células pela união de duas ou mais unidades de pirofosfato de isopentenila (IPP) e pirofosfato de dimetilalila (DMAPP), ambas contendo 5 carbonos. O IPP e o DMAPP podem se formar nas rotas do ácido mevalônico ou do metileritritol fosfato (MEP), como mostrado na Figura 1. Terpenóides são compostos oxigenados, contendo funções álcool, aldeído, cetona ou éter. Os terpenos são os hidrocarbonetos resultantes da perda desses átomos de oxigênio em reações subsequentes nas rotas biossintéticas na planta. Neste e-book o destaque será para os monoterpenos/monoterpenóides, com 10 carbonos em sua estrutura, e os sesquiterpenos/sesquiterpenóides, com 15 carbonos. Terpenos com 20 ou mais átomos de carbono podem estar presentes, mas são mais raros nos óleos essenciais, por sua menor volatilidade. Estarão em grande quantidade em outros produtos vegetais como resinas, ou até como longas moléculas de borracha no látex de algumas plantas. Exemplos de terpenos e terpenóides podem ser vistos na Figura 2.
- Fenilpropanóides - As plantas produzem compostos aromáticos por várias rotas biossintéticas, sendo uma delas a via do ácido chiquímico (Figura 1). Essa rota também produz aminoácidos e alcalóides. Muitos produtos da via do ácido chiquímico apresentam um anel aromático ligado a uma cadeia alifática de três carbonos. Grupos hidroxila podem estar presentes no anel, formando fenóis. Por isso esses compostos são chamados de fenilpropanóides (Figura 3). Outras funções comuns em fenilpropanóides são aldeído, cetona e éter.

Figura 1. Principais rotas biossintéticas de metabólitos secundários em plantas



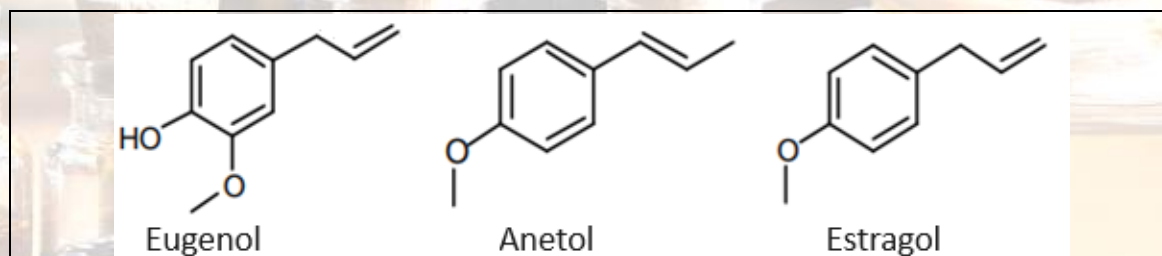
Fonte: (Disponível em: <http://www.ledson.ufla.br/metabolismo-secundario/> Acesso em 19 jul. 2023)

Figura 2: Exemplos de terpenos e terpenóides



Fonte: A autora (2023)

Figura 3: Exemplos de fenilpropanóides



Fonte: A autora (2023)

Compostos nitrogenados e sulfurados de estruturas variadas também podem estar presentes em óleos essenciais de plantas, porém são mais raros que hidrocarbonetos e compostos oxigenados.

A química de produtos naturais é um estudo muito interessante visto a gama de produtos que os seres vivos produzem. Atualmente mais de 300

óleos essenciais possuem relevância comercial e sua obtenção pode ser feita por um método simples de extração por arraste de vapor, que será utilizado no capítulo 2 deste e-book. Entretanto, outros métodos podem ser usados para a extração, como a prensagem a frio, a extração com solventes orgânicos, a extração por dióxido de carbono e a extração a frio (Bieski et al, 2022).

Dados de importação e exportação dos óleos essenciais podem ser encontrados no portal Comex Stat do governo federal disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br>>. Bieski e colaboradores (2022) analisaram alguns desses dados e verificaram que as importações de óleos essenciais superam as exportações pelo Brasil:

"a exportação total dos 22 produtos foi de 25.549 toneladas, sendo eucalipto (49%) e limão (45%) as maiores quantidades dos últimos 10 anos. Já a importação total foi de 32.978 toneladas, sendo menta japonesa (42%) e eucalipto (17%) as maiores quantidades dos últimos 10 anos. Em relação à balança comercial do período pesquisado, foram exportados US\$ (Free on Board - FOB) 309 milhões contra US\$ (FOB) 583 milhões em importações." (Bieski et al, 2022, p. 128).

Assim, há bastante espaço para crescimento da produção nacional nessa área. Segundo Bizzo e Rezende (2022), o Brasil é o quinto maior exportador de óleos essenciais considerando valores, sendo a Índia e os Estados Unidos os primeiros colocados. Entretanto, considerando a quantidade exportada (em toneladas), o Brasil está em primeiro lugar, especialmente por conta do óleo de laranja, como subproduto da indústria de suco (Bizzo e Rezende, 2022).

A importância desse tema não se restringe à balança comercial. Óleos essenciais têm ampla utilização como insumos industriais e também no dia-a-

dia das pessoas. Portanto, é um tema interessante para a construção de uma sequência didática no ensino de Química Orgânica.

Para a sequência didática, foram escolhidos os óleos essenciais de camomila, canela, citronela, cravo-da-índia, eucalipto, hortelã, lavanda e limão. Algumas informações sobre esses óleos estão listadas a seguir.



1.1 - ÓLEO ESSENCIAL DE CAMOMILA



Fonte: A autora (2023)

Várias plantas diferentes recebem o nome popular de camomila. A espécie *Matricaria recutita* é oriunda da Europa, do norte da África e oeste da Ásia, podendo ser cultivada também nas Américas. Outros nomes para essa mesma espécie são: *Matricaria chamomilla*, *Chamomilla chamomilla* e *Chamomilla recutita*. É uma planta usada em tratamentos populares, especialmente na forma de chá, embora muitas alegações de uso não tenham sido confirmadas cientificamente.

O óleo essencial é usado na fabricação de aromatizantes, sabonetes, xampus e outros produtos de cuidado pessoal, contribuindo também para sabores agradáveis de alimentos e bebidas na indústria alimentícia (Amaral et al., 2012). O óleo essencial é obtido das flores frescas ou parcialmente secas, incluindo os talos. O rendimento varia com a forma de obtenção, sendo que a destilação por arraste de vapor rende de 0,3 a 1% m/m (Stanojevic et al., 2016). A composição varia conforme a forma de extração, a origem e o cultivo da planta (Borsato et al., 2008; Oliveira, 2012; Amaral et al., 2012). Entre dezenas de constituintes, os principais componentes normalmente são terpenóides derivados do bisabolol, além do beta-


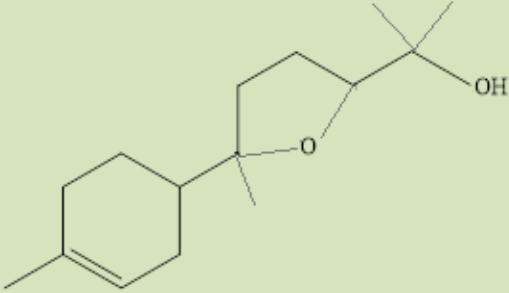
farneseno e do camazuleno. Este último é uma substância bicíclica aromática, que apresenta coloração azulada. O óleo essencial tem ação ansiolítica, antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória, entre outras (Santos et al., 2019; Stanojevic et al., 2016; Oliveira, 2012; Parsaeimehr, Yi-Feng e Elmira, 2014).

O Brasil produz esse óleo essencial, especialmente na região sul. Plantações de camomila atraem polinizadores, o que contribui para a conservação da biodiversidade local. Informações sobre a importância econômica do óleo essencial de camomila podem ser encontradas no artigo "Análise socioeconômica da produção de capítulos florais e óleo essencial de cultivares de camomila" por Matsushita, Deschamps e Corrêa Júnior (2018).

O Quadro 1 lista algumas características do óleo essencial da camomila.



Quadro 1: Propriedades e características do óleo essencial da camomila.

Óleo essencial	Camomila
Nome científico	<i>Matricaria chamomilla</i>
Composição	Óxido de bisabolol B (27%), óxido de bisabolol A (17%), α-bisabolol (11%), cariofileno (9%), camazuleno (5) e outros (Amaral et al., 2012)
Exemplo de aplicação	 <p>Fonte: A autora (2023)</p>
Destaque na composição	 <p>Óxido de bisabolol B 2-[5-metil-5-(4-metilcicloex-3-em-1-il)oxolan-2-il]propan-2-ol</p> <p>Estrutura desenhada pela autora com o programa ACD/ChemSketch (2023)</p>
Fórmula	$C_{15}H_{26}O_2$
Funções orgânicas	Éter, álcool
Densidade	0,917-0,957
Solubilidade	80-95% em álcool

1.2 - ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA



Fonte: A autora (2023)

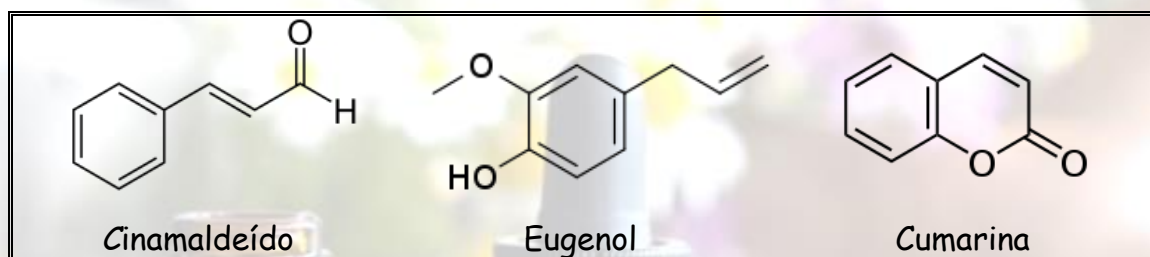
A canela é uma especiaria obtida da casca de algumas espécies de árvores do gênero *Cinnamomum*. A canela "verdadeira" é a *Cinnamomum verum*, mas a *Cinnamomum cassia* também é comercializada com o nome de canela. A origem dessas plantas é asiática, mas hoje são cultivadas no mundo todo. A maior parte da produção de *Cinnamomum verum* vem do Sri Lanka. Comerciantes portugueses buscavam ali essa especiaria, desde o século XVI, quando o país ainda era chamado Ceilão. Já a *Cinnamomum cassia* é proveniente da China, por isso o condimento assim obtido é chamado de canela da china.

A própria casca de canela, ou seu pó, é usada como condimento em culinária, especialmente em alimentos doces e bebidas. O óleo essencial é muito usado em perfumaria, medicamentos e em alimentos industrializados.

A composição do óleo essencial de canela depende da espécie de origem, do modo e local de cultivo e do método utilizado para a extração. O óleo da casca da canela possui em sua composição principal o cinamaldeído (65-90%) e pequenas quantidades de eugenol, ambos exemplos de produtos naturais do tipo fenilpropanóides (Figura 4). Apesar de ser constituinte minoritário na casca, o eugenol é mais abundante nas folhas (Castro *et al.*,

2020). O óleo essencial de canela inibe o crescimento bacteriano e age como antioxidante, antifúngico (Andrade *et al*, 2012; Bansode, 2012). O consumo excessivo de canela pode causar danos ao fígado, principalmente pela presença de um constituinte minoritário (0-8%, segundo Torres e Simões, 2020), a cumarina (Figura 4).


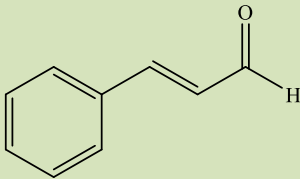
Figura 4. Estruturas de fenilpropanóides presentes na canela



Fonte: A autora (2023)

O Quadro 2 lista algumas características adicionais do óleo essencial de canela.

Quadro 2: Propriedades e características do óleo essencial de canela.

Óleo essencial	Canela
Nome científico	<i>Cinnamomum verum</i>
Composição	Principal fenilpropanóide (na casca): Cinamaldeído (91%) (Torres e Simões, 2021)
Exemplo de aplicação	 <p>Fonte: Autora (2023)</p>
Estrutura do componente principal	 <p>Cinamaldeído <i>Trans</i>-3-fenilprop-2-enal Estrutura desenhada pela autora com o programa ACD/ChemSketch (2023)</p>
Fórmula	C_9H_8O
Função Orgânica	Aldeído
Ponto de ebulição	248°C
Densidade	1,0497 g/mL
Solubilidade	Pouco solúvel em água, solúvel em éter, miscível com etanol

1.3 - ÓLEO ESSENCIAL DE CITRONELA




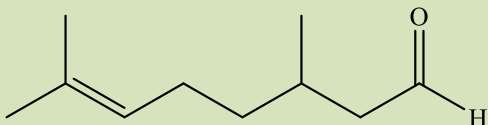
Fonte: A autora (2023)

Capim citronela é um nome comum para algumas espécies de *Cymbopogon* originárias da Ásia como a *Cymbopogon nardus* e a *Cymbopogon winterianus*. Já a *Cymbopogon citratus*, conhecida no Brasil como capim-limão, capim-santo ou capim-cidreira, não pode ser classificada como citronela. A *Cymbopogon citratus* também é confundida com a erva cidreira verdadeira (*Melissa officinalis*), uma planta de outro gênero.

O óleo essencial de citronela é constituído majoritariamente pelos monoterpenóides citronelal, geraniol e citronelol (Andrade *et al.*, 2012; Scherer *et al.*, 2009). Pode ser obtido das folhas de *C. nardus* ou *C. winterianus* por arraste de vapor e é muito conhecido por sua ação repelente contra insetos, sendo usado em sprays e velas contra mosquitos. Também possui propriedades bactericida e fungicida (Scherer *et al.*, 2009) e é usado na indústria de produtos de limpeza, perfumaria, entre outras.

O Quadro 3, Lista algumas características do óleo essencial de citronela.

Quadro 3: Propriedades e características do óleo essencial de citronela.

Óleo essencial	Citronela
Nome científico	<i>Cymbopogon nardus</i> e <i>Cymbopogon winterianus</i>
Composição	<p><i>C. nardus</i>: citronelal (47%), geraniol (19%), e citronelol (11%) (Andrade et al, 2012).</p> <p><i>C. winterianus</i>: citronelal (45%), geraniol (21%) e citronelol (15%) (Scherer et al., 2009)</p>
Exemplo de aplicação	 <p>Fonte: A autora (2023)</p>
Estrutura do componente principal	 <p>Citronelal 3,7-dimetilooct-6-enal Estrutura desenhada pela autora com o programa ACD/ChemSketch (2023)</p>
Fórmula	$C_{10}H_{18}O$
Função orgânica	Aldeído
Temperatura de ebulição	206-207° C
Densidade	0,855 g/mL
Solubilidade	Pouco solúvel em água, solúvel em etanol

1.4 - ÓLEO ESSENCIAL DE CRAVO-DA-ÍNDIA



Fonte: A autora (2023)

Após secas ao sol, as flores de *Syzygium aromaticum* são comercializadas com o nome de cravo-da-índia, uma especiaria da culinária desde tempos remotos. Um sinônimo utilizado para o nome científico dessa árvore originária da Indonésia é *Eugenia caryophyllata* Thunb.

O óleo essencial de cravo-da-índia apresenta ação antioxidante e antimicrobiana comprovadas, sendo um antisséptico, com leve ação anestésica. Por esse motivo, seu uso odontológico também é antigo, estando presente em produtos como enxaguantes bucais, dentifrícios e outros produtos ligados à saúde bucal. Por exemplo, um cimento à base de óxido de zinco e eugenol é muito utilizado por dentistas para a obturação de canais radiculares (Moura, Rabello e Pereira, 2013; Freires et al., 2015).


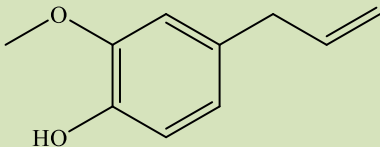
O principal componente do óleo essencial do cravo-da-índia é o eugenol. Outro fenilpropanóide também presente, porém em menor quantidade, é o acetato de eugenol. O β -cariofileno e α -humuleno são componentes minoritários da classe dos sesquiterpenos (Scherer et al.,

2009; Silvestri *et al.*, 2010; Jairoce *et al.*, 2016). Em 2018 o Brasil exportou aproximadamente 2500 toneladas desse óleo, de acordo com Bizzo e Rezende (2022), principalmente para a produção de fragrâncias e aromatizantes.

O Quadro 4 lista características do óleo essencial de cravo-da-índia.



Quadro 4: Propriedades e características do óleo essencial de cravo-da-índia.

Óleo essencial	Cravo-da-índia
Nome científico	<i>Syzygium aromaticum</i> ou <i>Eugenia caryophyllata</i> Thunb
Composição	Eugenol (84%), β -cariofileno, com (11%), α -humuleno (1%) (Scherer et al., 2009). Eugenol (63%), β -cariofileno (18%), acetato de eugenol (16%) e outros (Jairoce et al., 2009).
Exemplo de aplicação	 <p>Fonte: A autora (2023)</p>
Estrutura do componente principal	 <p>Eugenol 4-alil-2-metoxifenol Estrutura desenhada pela autora com o programa ACD/ChemSketch (2023)</p>
Fórmula	$C_{10}H_{12}O_2$
Funções orgânicas presentes	Fenol e éter
Ponto de ebulição	254°C
Densidade	1,06 g/cm ³
Solubilidade	Pouco solúvel em água, miscível com etanol

1.5 - ÓLEO ESSENCIAL DE EUCALIPTO

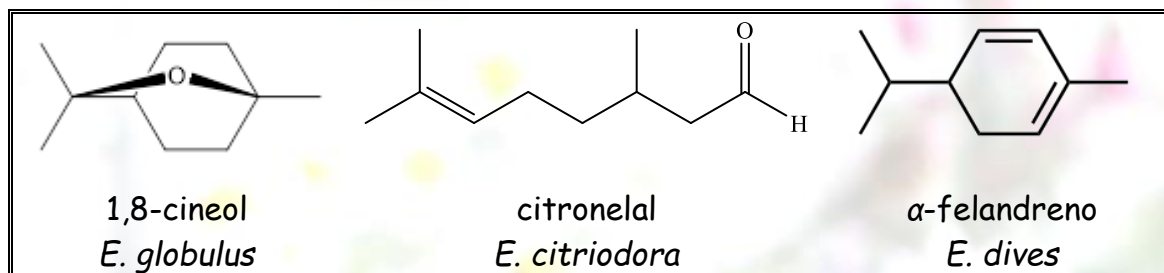


Fonte: A autora (2023)

Atualmente são conhecidas mais de 700 espécies de eucalipto havendo, portanto, uma composição muito diversificada de óleos voláteis dessa classe de plantas. O *Eucalyptus* é um gênero de árvores originárias da Oceania. Em 2018 foi o terceiro tipo de óleo essencial mais comercializado internacionalmente (Bizzo e Rezende, 2022).

Várias espécies, como a *Eucalyptus globulus*, são ricas em 1,8-cineol (Figura 5) e seu óleo essencial é indicado para uso medicinal. Outras não podem ser usadas para esse fim, mas produzem óleos essenciais úteis para a perfumaria, por exemplo. É o caso do óleo de *Eucalyptus citriodora*, muito popular em produtos de limpeza. Este apresenta em sua composição o citronelal (Figura 5) como componente principal. Algumas espécies, como o *Eucalyptus dives*, produzem óleos com alto teor de felandreno (Figura 5), um bom solvente industrial (Vitti e Brito, 2003).

Figura 5. Estruturas dos principais componentes de diferentes espécies de eucalipto



Fonte: A autora (2023)

Neste e-book vamos enfatizar a espécie *E. globulus*. Esta árvore é cultivada como fonte de madeira, carvão e para a indústria de papel e celulose. Das folhas é produzido o óleo essencial utilizado pela indústria farmacêutica, visto que possui ação antisséptica e expectorante, além de auxiliar no alívio de dores musculares, tendo ação bactericida, anti-inflamatória e antioxidante (Mota, Turrine e Poveda, 2015; Elangovan e Mudgil, 2023). Mas, também é usado pela indústria alimentícia como flavorizante, pelo efeito refrescante e dilatador de brônquios, semelhante ao da menta. O monoterpênóide 1,8-cineol, também conhecido por eucaliptol, constitui entre 50% e 86% da composição do óleo essencial (Elangovan e Mudgil, 2023; Harkat-Madouri et al., 2015).

O Quadro 5 lista algumas características do óleo essencial do eucalipto globulus.

Quadro 5: Propriedades e características do óleo essencial de eucalipto.

Óleo essencial	Eucalipto
Nome científico	<i>Eucalyptus globulus</i>
Composição	1,8-cineol (até 86%) (Elangovan e Mudgil, 2023) 1,8-cineol (55%), isovaleraldeído (10%), espatulenol (7%), α -pineno (5%), α -terpineol (5%), (Harkat-Madouri <i>et al.</i> , 2015).
Exemplo de aplicação	 <p>Fonte: Autora (2024)</p>
Estrutura do componente principal	 <p>1,8-cineol ou eucaliptol 1,3,3-trimetil-2-oxabicyclo[2.2.2]octano Estrutura desenhada pela autora usando o programa ACD/ChemSketch (2023)</p>
Fórmula	$C_{10}H_{18}O$
Função orgânica	Éter
Ponto de ebulição	175°C
Densidade	0,922 g/mL
Solubilidade	Pouco solúvel em água, solúvel em etanol

1.6 - ÓLEO ESSENCIAL DE HORTELÃ-PIMENTA



Fonte: A autora (2023)

Pertencente ao gênero *Mentha piperita* L., conhecida por hortelã-pimenta, essa planta da família *Lamiaceae* é originária do Mediterrâneo.


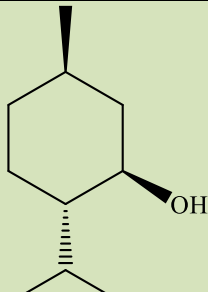
As folhas de hortelã-pimenta são populares como condimento na culinária. Os principais componentes do óleo essencial são os monoterpenóides mentol e mentona, estando presentes em menores quantidades o acetato de mentila, 1,8-cineol, limoneno, β -pineno, β -cariofileno e a pulegona (Schmidt *et al.*, 2009). O mentol deve estar presente em maior quantidade para que o óleo seja considerado de qualidade. O mentol tem ação contra bactérias causadoras da cárie dental (Freires *et al.*, 2015). Ele se liga a receptores sensoriais de frio na pele e mucosas, causando sensação refrescante (Limpanuparb, Lorpaiboon e Chinsukserm, 2019). Por isso é usado em produtos que provocam esse tipo de sensação.

Para a produção de um litro de óleo essencial de hortelã-pimenta, são necessários cerca de 60 kg da planta. O mentol puro é sólido e precipita com o resfriamento do óleo e pode ser assim separado por filtração. O óleo essencial diluído é usado na indústria alimentícia e tem vasta aplicação em perfumaria, produtos farmacêuticos e em enxaguantes bucais. O óleo

concentrado normalmente não é usado em medicamentos, pois há produtos minoritários prejudiciais à saúde, como a pulegona (Jabba e Jordt, 2019).

O Quadro 6 lista características do óleo essencial de hortelã pimenta.

Quadro 6: Propriedades e características do óleo essencial de hortelã pimenta.

Óleo essencial	Hortelã Pimenta
Nome científico	<i>Mentha piperita</i> L.
Composição	Mentol (41%), mentona (23%), 1,8-cineol (5%), acetato de mentila (4%), isomentona (4%), mentofurano (4%), limoneno (3%), neomentol (3%), pulegona (2%), β -pineno (1%), β -cariofileno (2%), e compostos traço (Schmidt et al, 2009).
Exemplo de aplicação	 <p>Fonte: Autora (2023)</p>
Estrutura do componente principal	 <p>Mentol</p> <p>(1R,2S,5R)-2-isopropil-5-metilciclohexan-1-ol</p> <p>Estrutura desenhada pela autora usando o programa ACD/ChemSketch (2023)</p>
Formula	$C_{10}H_{20}O$
Ponto de fusão	42-45 °C
Ponto de ebulição	212 °C
Densidade	0,89 g/cm ³ (sólido)
Solubilidade	Ligeiramente solúvel em água

1.7 - ÓLEO ESSENCIAL DE LAVANDA



Fonte: A autora (2023)

As lavandas ou alfazemas são plantas originárias do mediterrâneo, pertencentes ao gênero *Lavandula*, família das *Lamiaceae*. A *Lavandula angustifolia*, anteriormente denominada *L. officinalis*, é conhecida como lavanda inglesa ou lavanda verdadeira, muito usada em jardins por suas flores de cor lilás e odor agradável. A lavanda inglesa é usada como condimento em culinária, para massas, saladas, sobremesas, chás e bebidas.

Para o comércio internacional, "óleo essencial de lavanda" é aquele obtido de flores frescas de *Lavandula angustifolia* Mill, por destilação a vapor (Bizzo e Rezende, 2022). Esse óleo é rico nos terpenóides acetato de linalila e linalol. Óleos de outras espécies de *Lavandula* recebem diferentes designações no rótulo.

O óleo essencial de lavanda é amplamente usado em perfumaria e produtos de limpeza, sendo o linalol um fixador de essências.


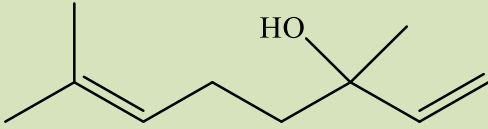
Como outros óleos essenciais de plantas, o de lavanda apresenta atividades biológicas, uma vez que faz parte do sistema de defesa da planta.

Por exemplo, inibe a germinação de esporos de fungos fitopatogênicos e tem ação contra bactérias. Isto não significa que o óleo seja efetivo como antibiótico para doenças em seres humanos. Vários usos em aromaterapia têm sido estudados, mas muitas vezes a ação proposta popularmente não se confirma experimentalmente (Cavanagh e Wilkinson, 2005). Entretanto, estudos confirmam ações biológicas dos constituintes do óleo de lavanda. Por exemplo, o linalol tem efeitos antidepressivo e ansiolítico (Kasper *et al.*, 2014).

O Quadro 7 lista características do óleo essencial de lavanda.



Quadro 7: Propriedades e características do óleo essencial de lavanda.

Óleo essencial	Lavanda
Nome científico	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill
Composição	Linalol (36%), acetato de linalila (22%), terpinen-4-ol (7%), cânfora (6%), 1,8-cineol (4%), β -farneseno (4%), cariofileno (3%), borneol (3%), β -ocimeno (2%), acetato de lavandulila (2%), limoneno (1%), α -bisabolol (1%) e outros (Porto, Decorti e Kikic, 2009)
Exemplo de aplicação	 <p>Fonte: a Autora (2023)</p>
Estrutura do componente principal	 <p>Linalol 3,7-dimetilocta-1,6-dien-3-ol Estrutura desenhada pela autora usando o programa ACD/ChemSketch (2023)</p>
Fórmula	$C_{10}H_{18}O$
Função orgânica	Álcool
Ponto de ebulição	198°C
Densidade	0,858 g/cm ³
Solubilidade	1,589 g/L em água

1.8 - ÓLEO ESSENCIAL DE LIMÃO TAITI



Fonte: A autora (2023)

O *Citrus latifolia* (ou *Citrus aurantiifolia* var. *latifolia*) tem origem tropical e pertence à família das *Rutaceae*. Apesar de ser conhecido no Brasil como limão taiti (ou tahiti), é na verdade classificado como uma lima ácida. Um exemplo de limão "verdadeiro" encontrado nos mercados brasileiros é o chamado siciliano, cuja espécie é *Citrus limon* (Teixeira, Marques e Figueiredo, 2013; Bizzo e Rezende, 2022).

O Brasil é um dos maiores produtores do limão taiti, sendo colhidas anualmente cerca de 1,1 milhões de toneladas por ano. Minas Gerais, Bahia e São Paulo estão entre os maiores produtores deste fruto (Prevideli e Almeida, 2020).

O óleo essencial obtido por hidrodestilação ou destilação por arraste de vapor de cascas de *C. latifolia* rende aproximadamente 1% m/m. Esse óleo apresenta cerca de 50% do monoterpeno limoneno e outros monoterpenos e monoterpenóides em menores quantidades (Simas et al, 2015).

O óleo essencial de limão taiti tem ação antifúngica contra *Candida*, sendo também antioxidante (Toscano-Garibay et al., 2017). É usado na indústria alimentícia, conferindo odor e sabor aos alimentos, sendo usado também na



indústria farmacêutica, de cosméticos e de produtos de limpeza. Este óleo tem potencial de crescimento na produção de ração para animais. Por exemplo, um estudo da adição do óleo à dieta de filhotes do peixe tambaqui mostrou que é benéfico para o crescimento e a qualidade do peixe adulto (Lopes et al., 2020).

Em 2020 o Brasil exportou aproximadamente 183 toneladas de óleo de limão taiti, gerando uma receita superior a três milhões de dólares (Bizzo e Rezende, 2022). Com isso é possível perceber a importância desse produto para o mercado brasileiro.

O Quadro 8 lista algumas características do óleo essencial de limão.



Quadro 8: Propriedades e características do óleo essencial de limão.

Óleo essencial	Limão Taiti
Nome científico	<i>Citrus latifolia</i>
Composição	Limoneno (52%), γ -terpineno (13%), β -pineno (10%), β -bisaboleno (3%), α -terpineol (2%), α -pineno (2%), geranial (2%), neral (2%), mirceno (1%), sabineno (1%) e outros (Simas <i>et al</i> , 2015)
Exemplo de aplicação	 <p>Fonte: Autora (2023)</p>
Estrutura do componente principal	 <p>limoneno 1-metil-4-(prop-1-en-2-il)cicloex-1-eno Estrutura desenhada pela autora usando o programa ACD/ChemSketch (2023)</p>
Fórmula	$C_{10}H_{16}$
Função orgânica	Hidrocarboneto
Ponto de ebulição	176° C
Densidade	0,84 g/cm ³
Solubilidade	Baixa solubilidade em água

CAPÍTULO 2 - ÓLEOS ESSENCIAIS NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA

Objetivos do capítulo

Este capítulo tem por objetivo apresentar uma sequência didática que valoriza o conhecimento prévio dos alunos, assim como a experimentação e a utilização de recursos tecnológicos para a construção do conhecimento.

A utilização da temática sobre óleos essenciais para o estudo de funções orgânicas é uma estratégia de contextualização, associando a vida cotidiana dos alunos da educação básica com a aprendizagem de Química Orgânica. Além disso, é uma oportunidade de interdisciplinaridade com outras áreas do conhecimento permitindo que os alunos possam associar a química na construção da aprendizagem de outras disciplinas na escola.

A utilização de recursos tecnológicos é um ponto destacado neste capítulo, visto que as TICs motivam a participação dos alunos nas aulas, tornando-as mais dinâmicas e atraentes. Para esse fim propõe-se a utilização do *software* ACD/ChemSketch em sua versão gratuita, que permite desenhar estruturas moleculares em 2D e 3D, auxiliando a compreensão das funções orgânicas e fórmulas estruturais dos compostos orgânicos. Também se propõe a inclusão de um jogo *online* a fim de tornar o aprendizado divertido e interativo. Pesquisas na Internet complementam os estudos, visando coletar dados para o debate e a escolha dos óleos essenciais a serem utilizados nos experimentos e na construção do projeto de pesquisa da turma.

A experimentação é um ponto importante para melhor assimilação e compreensão do conteúdo. A sequência didática traz dois experimentos que aguçam o interesse e a participação dos alunos. O primeiro aborda a

extração de óleos essenciais pelo método de destilação por arraste de vapor. Um segundo experimento envolve testes químicos com os óleos essenciais comerciais e também aqueles obtidos em aula. A ênfase é o estudo de reações orgânicas, em especial as de oxidação, halogenação e neutralização.

Acredita-se que a utilização deste material tornará as aulas de Química Orgânica mais interessantes e relevantes a fim de motivar a participação dos alunos nas aulas de Química. Além disso, a sequência didática foi construída com objetivo de atingir a competência específica número 3 da BNCC, onde se espera que os alunos possam:

"Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)" (Brasil, 2018, p. 558).

Sendo assim, com esta proposta didática, espera-se que os alunos tenham a possibilidade de conhecer e reconhecer a importância da Química no seu dia a dia. Esta sequência didática possibilita também que os alunos sejam participativos na construção do seu conhecimento, permitindo o letramento científico, a utilização de recursos tecnológicos aliados à aprendizagem e, também, que divulguem esse conhecimento adquirido para públicos diversos.

Para aplicação desta sequência didática são necessárias nove aulas. Porém, é possível adequá-la à sua realidade e aos recursos disponíveis na escola. A seguir, estão descritas as aulas propostas.

2.1 - CONHECENDO A TEMÁTICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

AULA 1 – DE ONDE VÊM OS ÓLEOS ESSENCIAIS?

OBJETIVOS	HABILIDADE BNCC	HABILIDADE BNCC
<p>Fazer um levantamento sobre o conhecimento prévio dos alunos em relação à função ecológica das plantas</p> <p>Introduzir os conceitos de metabólitos secundários, entre os quais se incluem os componentes dos óleos essenciais.</p>	<p>EM13CNT301 – “Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.”</p>	<p>EM13CNT303 – “Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.”</p>

Fonte: A autora (2023)

Essa aula tem por objetivo introduzir a temática dos Óleos Essenciais e levantar o conhecimento prévio da turma referente a esse assunto. A aula é iniciada com a proposta de questões aos estudantes:

- 1º - A que se devem os diferentes aromas que sentimos nas plantas?
- 2º - Qual a função ecológica do aroma que a planta exala?
- 3º - Por que as pessoas extraem e como utilizam essências de plantas?
- 4º - Qual a diferença entre essência/aroma e óleo essencial?

Caso os estudantes tenham informações sobre o tema, algumas respostas possíveis são as seguintes:

1° - Os diferentes aromas se devem a substâncias orgânicas voláteis produzidas a partir do metabolismo secundário das plantas.

2° - A liberação desses compostos voláteis pode ter consequências ecológicas diversas: atrair polinizadores, inibir o ataque de herbívoros, proteger a planta de patógenos, entre outras.

3° - A extração de óleos essenciais acontece visando a obtenção de materiais ou substâncias úteis para a indústria farmacêutica, de cosméticos, de produtos de limpeza, de alimentos, entre outras. A partir desses óleos podem ser produzidos perfumes, essências, flavorizantes para alimentos, componentes de medicamentos, repelentes de insetos e outros materiais importantes comercialmente.

4° - Óleos essenciais são substâncias extraídas de plantas. A extração pode ser feita por vários métodos, entre eles a destilação por arraste a vapor. Já essências e aromas podem ser substâncias sintéticas, sendo elas semelhantes ao aroma natural das plantas.

Em seguida, a introdução ao tema "Óleos Essenciais, sua composição, importância econômica e ambiental" pode ser apresentada à classe, por exemplo, com a projeção de um vídeo curto. Uma opção é o episódio apresentado no programa Globo Repórter:

"Litro de óleo de rosas da Índia pode custar mais de R\$ 30 mil"

(<https://globoplay.globo.com/v/4068378/?s=0s>).

O vídeo dura menos de quinze minutos e mostra a produção de óleos essenciais na Índia. O fato de apresentar situações e imagens de outro país também é interessante como enriquecimento cultural. Além disso, a Índia é um dos maiores exportadores de óleos essenciais do mundo (Bizzo e Rezende, 2022).

Alternativamente, você pode apresentar uma aula expositiva sobre o tema ou utilizar outro vídeo de sua preferência. Duas opções são mostradas em destaque a seguir.

"Aprenda a fazer óleo essencial caseiro de laranja"
(https://youtu.be/mKm1pU-XMYs?si=gRdv-9I1t6ZY_WeC)

e

"Como guardar o cheiro das plantas"
(https://www.youtube.com/watch?v=RpoEDXPX__g)

O primeiro vídeo listado acima tem duração de cerca de dois minutos e é apresentado por Bela Gil, no canal do YouTube "Faça Você Mesmo". Fala sobre o óleo de laranja, o que é interessante, pois este é o principal óleo essencial produzido no Brasil (Bizzo e Rezende, 2022). No segundo vídeo, que dura vinte minutos, o apresentador do canal Manual do Mundo, Iberê Thenório, demonstra como produzir óleos essenciais com equipamentos caseiros. O vídeo é interessante, pois mostra desde a coleta dos materiais vegetais até a produção dos óleos de lavanda, eucalipto, limão siciliano, pinheiro e citronela.

Como a maior parte dos componentes de óleos essenciais são terpenos ou terpenóides, para finalizar a aula, pode ser indicada a leitura do artigo "Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais" de Felipe e Bicas (2017). Este artigo abrange vias de produção dos produtos naturais, além de trazer os principais constituintes de óleos essenciais e suas estruturas a fim de dar embasamento para a pesquisa a ser realizada pelos alunos. Além disso, apresenta interdisciplinaridade com a biologia diferenciando metabolismo primário do metabolismo secundário de plantas onde são produzidos os óleos essenciais. A leitura pode ser realizada em casa.

Tempo necessário para esse conjunto de atividades: 1h/a

2.2 - CONHECENDO A IMPORTÂNCIA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS PARA A SOCIEDADE E PARA O MEIO AMBIENTE

AULA 2 – PESQUISA SOBRE ÓLEOS ESSENCIAIS		
OBJETIVOS	HABILIDADE BNCC	HABILIDADE BNCC
<p>Levar os alunos a pesquisarem sobre os óleos essenciais e sua produção, composição, importância econômica, social e ambiental.</p> <p>Construção de modelos moleculares com a utilização o software ACD/ChemSketch</p>	<p>EM13CNT307 – “Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas)” (Adaptado).</p>	<p>EM13CNT302 – “Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental”.</p>

Fonte: A autora (2023)

A segunda aula é iniciada com a apresentação e proposta de projeto. Após pesquisar sobre a situação econômica e produtiva do município ou região em que a escola se insere, você pode criar uma situação que instigue os alunos a aprofundarem a pesquisa, a fim de avaliar a possibilidade de instalação de uma indústria de produção de um determinado óleo essencial. Um exemplo está mostrado em destaque a seguir.

Santa Luzia, em Minas Gerais, está em uma região onde há aproximadamente 40 indústrias de grande e médio porte. Há empresas que comercializam óleos essenciais no município, mas nenhuma indústria local produz esses insumos.

Após breve discussão sobre o tema, pode-se propor uma pesquisa de aprofundamento do assunto. O ideal é que a pesquisa seja feita em grupo. O

tema de cada grupo será um óleo essencial específico e pode ser atribuído por sorteio. Uma forma divertida de realizar o sorteio é fazê-lo através do site *Sorteador*, disponível em: <<https://sorteador.com.br/>>, ou da *Roleta online*, que pode ser acessada em <<https://pt.piliapp.com/random/wheel/>>.

Em sua pesquisa para apresentação, os alunos deverão coletar ao menos as seguintes informações sobre a planta sorteada para o grupo:

- 1º- Composição química do óleo essencial;
- 2º- Fórmula estrutural e molecular dos componentes principais, identificando as funções orgânicas presentes em suas estruturas;
- 3º- Onde e como o óleo essencial é usado e sua importância para a sociedade;
- 4º- A temperatura de ebulição, a densidade e a solubilidade em água dos componentes principais (quando puros);
- 5º- Valor comercial do óleo essencial e dos componentes principais puros;
- 6º- Outras informações que o grupo achar interessantes sobre o óleo essencial.

A pesquisa pode ser realizada em casa, se os estudantes dispuserem de computador e internet, ou no laboratório de informática da escola (em horário de aula ou extraclasse, conforme as características da escola e o número de aulas disponíveis). Orientações sobre sites e fontes confiáveis podem ser passadas antes e no decorrer do projeto. Referências poderão ser fornecidas aos estudantes, se necessário. Para tanto, em relação aos itens (1) a (4) do quadro da página anterior, dicas foram dadas no capítulo 1 deste *ebook*. Referências úteis estão listadas no final do livro.

Para a questão (5), os estudantes podem pesquisar preços na internet ou em empresas locais como farmácias, supermercados ou lojas especializadas. Uma pesquisa de preço realizada em duas empresas na cidade de Belo Horizonte em 2023 está resumida no quadro 9, a seguir.

Quadro 9: Pesquisa de preço de óleos essenciais em duas empresas de Belo Horizonte, MG, em julho de 2023.

Óleo Essencial	Phytoterápica	doTERRA
Camomila	39,90 - 10 ml	405,00 - 5 ml
Canela	61,90 - 10 ml	148,00- 15 ml
Citronela	24,90 - 10 ml	99,00 - 15 ml
Cravo da Índia	47,90 - 10 ml	129,00 - 15 ml
Eucalipto	42,90 - 10 ml	125,00 - 15 ml
Hortelã Pimenta	57,90 - 10 ml	177,00 - 15 ml
Lavanda	34,90 - 10 ml	197,00 - 15 ml
Limão Taiti	42,00 - 10 ml	92,00 - 15 ml

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Em relação ao item (6), cada óleo essencial tem suas particularidades. Algumas observações foram feitas no capítulo 1 deste ebook. O que os estudantes vão trazer como curiosidades dependerá de seu interesse pessoal e das fontes de pesquisa utilizadas.

Uma inclusão útil nessa segunda aula da sequência didática seria uma prática no laboratório de informática, ensinando a usar um programa que possibilite desenhar estruturas químicas, para a preparação dos trabalhos a serem apresentados após a pesquisa. Embora este seja o objetivo momentâneo, essa estratégia trata de incrementar os estudos e

observações sobre as estruturas de compostos orgânicos, sua interpretação e formas de representação.

Um programa útil para isto é o *ACD ChemSketch*. A plataforma oferece uma versão para download grátis (<https://www.acdlabs.com/resources/free-chemistry-software-apps/chemsketch-freeware/>), que funciona muito bem em PCs e notebooks. Além de permitir o desenho de estruturas em 2D, o programa corrige os desenhos atribuindo a conformação mais estável da substância e permite criar versões em 3D úteis para estudo posterior de estereoisomeria. Ainda, podem-se obter nomes IUPAC (em Inglês) para as estruturas e outras informações sobre as substâncias. Há vários tutoriais no YouTube, ensinando a usar esse programa. (Um exemplo: <https://www.youtube.com/watch?v=7OTyw5nP6TM>). Os alunos também podem utilizar através do próprio celular ou notebook o aplicativo *KingDraw* (<https://www.kingdraw.com/indexen?name=download>). No link <<https://www.youtube.com/watch?v=308VvwHaRnk>> há um tutorial sobre como utilizar esse aplicativo.

Para completar a pesquisa, poderá ser acrescentada uma aula a ser realizada no laboratório de informática da escola, para ter a ajuda do(a) professor(a) para seleção das informações mais precisas e adequadas ao problema pesquisado.

Cada grupo deverá preparar uma apresentação sobre sua pesquisa. O formato é livre. Pode ser um cartaz, apresentação oral, um vídeo. Como você achar mais interessante para os seus estudantes.

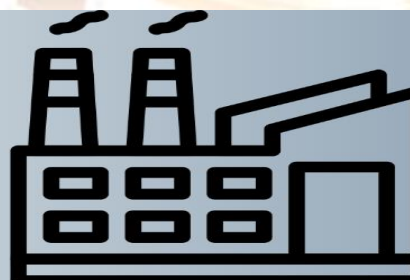
Tempo necessário para esse conjunto de atividades: 1h/a

2.3 - DIVULGANDO O CONHECIMENTO ADQUIRIDO

AULA 3 – APRESENTAÇÃO EM GRUPO DOS TRABALHOS SOBRE ÓLEOS ESSENCIAIS	
OBJETIVO	HABILIDADE BNCC
Divulgação e o letramento científico em que os alunos explanam a pesquisa por eles realizada avaliando a importância dos óleos essenciais para a sociedade e para o meio ambiente, reconhecendo neste tema um aliado ao ensino da Química Orgânica.	EM13CNT302 – “Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.”

Fonte: A autora (2023)

Dependendo do formato escolhido e do tamanho da turma, esta aula será mais ou menos longa. Cada grupo deverá apresentar seus dados sobre um determinado óleo essencial e, após perguntas e discussão, a turma deverá escolher um ou mais óleos como candidatos a iniciar a produção na nova fábrica. Um fator importante a considerar é a disponibilidade de matéria prima no mercado local. Isto facilitará a escolha dos materiais para a aula prática.



Nesta aula haverá a apresentação dos grupos sobre os óleos essenciais, sua composição, aplicações, valor comercial. Ao final, escolherão um dos óleos essenciais para iniciar a produção em uma nova fábrica em Santa Luzia. Além dos aspectos apresentados, o(a) docente poderá auxiliar na decisão levantando pontos como a facilidade de encontrar matéria prima e, não havendo unanimidade, organizar uma votação.

Fonte: A autora (2023)

Tempo necessário para esse conjunto de atividades: 1 a 2 h/a

2.4 - EXTRAINDO ÓLEOS ESSENCIAIS

AULA 4 – AULA PRÁTICA PARA EXTRAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE LIMÃO E DE CRAVO-DA-ÍNDIA

OBJETIVO

Esta aula tem por objetivo levar os alunos a terem contato com o ambiente do laboratório, manipular vidrarias e obter óleos essenciais a partir do processo de destilação por arraste a vapor a partir de Limão-Taiti e também de Cravo-da-Índia.

HABILIDADE BNCC

EM13CNT301 – “Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica”.



Fonte: A autora (2023)

Nesta aula prática haverá a extração de óleo essencial de casca de limão taiti e de cravo-da-índia a ser realizada através de destilação por arraste de vapor no laboratório da escola. A indicação desses óleos considera a facilidade de encontrar no mercado os materiais necessários para a extração e, também, sua composição química diferenciada. Como o processo de destilação por arraste de vapor demora aproximadamente 1 hora o(a) professor(a) pode utilizar esse tempo explicando sobre o método de extração por arraste de vapor e discutindo a composição química específica desses óleos essenciais. Alternativamente, podem ser utilizados modelos moleculares de mão, se disponíveis, para a construção das

estruturas dos principais constituintes pelos alunos, enquanto aguardam o final do experimento. Outra observação interessante a se discutir pode ser a baixa solubilidade dos componentes dos óleos essenciais em água, uma vez que, especialmente no caso do destilado de cravo-da-índia, obtêm-se uma mistura turva. Se o hidrolato for deixado em repouso até a aula seguinte, deverá ser possível observar a separação de fases, após esse tempo de decantação.

Caso a escola não disponha da vidraria e equipamentos convencionais, os artigos e o vídeo listados abaixo têm dicas de como realizar o experimento com materiais alternativos.

Materiais alternativos para a extração de óleos essenciais

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a10.pdf>

https://www.ufmg.br/mhnjb/ceplamt/wp-content/uploads/2014/02/pag_1_pag_18-1.pdf

https://www.youtube.com/watch?v=RpoEDXPX__g

As imagens a seguir (Figuras 6, 7 e 8) resumem o procedimento experimental. Caso o laboratório disponha de manta de aquecimento, esta pode substituir o bico de Bunsen e a tela de amianto.

Após a coleta dos óleos essenciais, serão comparados os odores dos hidrolatos de limão taiti e de cravo-da-índia obtidos com as respectivas amostras comerciais.

Figura 6. Objetivos do experimento e materiais necessários para a extração de óleos essenciais



Fonte: A autora (2023)

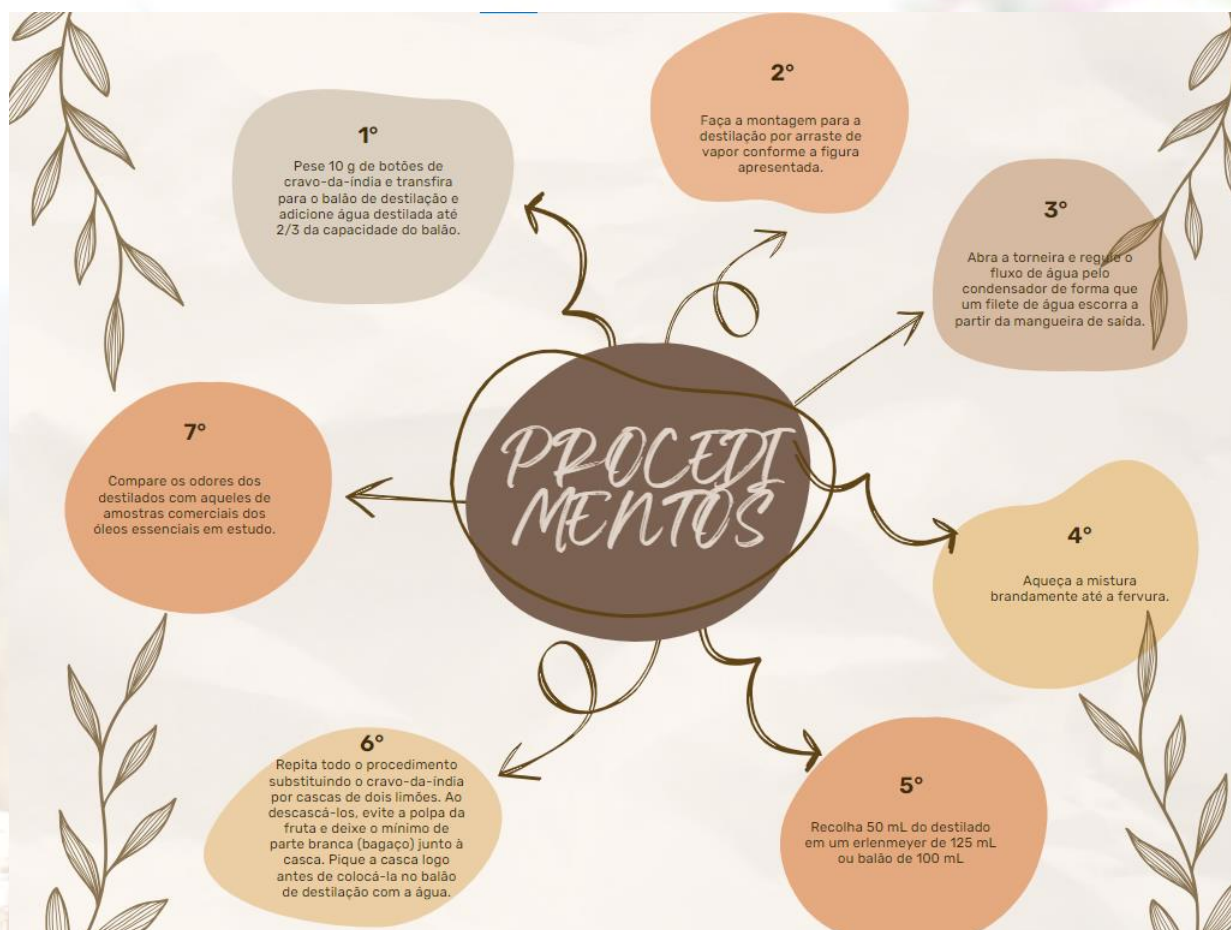
Figura 7. Imagem do sistema de destilação montado



Fonte: A autora (2023)

A Figura 8 resume os procedimentos para a extração dos óleos essenciais de limão taiti e de cravo-da-índia.

Figura 8. Resumo do procedimento para a extração de óleos essenciais



Fonte: A autora (2023)

O(a) professor(a) poderá propor questões para discussão ou para relatório, como estas em destaque a seguir.

Questões

- 1 - Desenhe as estruturas dos principais constituintes desses óleos essenciais
- 2 - Identifique as funções orgânicas presentes nos componentes desses óleos essenciais
- 3 - Compare os odores dos hidrolatos obtidos com os de óleos essenciais comerciais correspondentes. O que é possível concluir sobre a constituição dessas amostras?

O Quadro 10, a seguir, traz parte das respostas esperadas para as questões 1 e 2. Foram incluídas informações sobre oito óleos essenciais, para o caso de a escolha da turma não ter sido o limão ou o cravo-da-índia. Desenhos de algumas das estruturas e as fontes dos dados apresentados no Quadro 10 podem ser encontrados no capítulo 1 deste *e-book*. Em relação à questão 3, espera-se que os odores percebidos para os hidrolatos sejam parecidos com os dos produtos comerciais, indicando terem composições químicas semelhantes.

Quadro 10: Componentes principais de alguns óleos essenciais

Óleo essencial	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Camomila	óxido de bisabolol-B (27%)	óxido de bisabolol A (17%)	α -bisabolol (11%)
Função orgânica presente	Éter, álcool, alceno	Éter, álcool, alceno	Álcool, alceno
Canela	(E)-cinamaldeído (78%)	acetato de (E)-cinamila (6%)	1,8-cineol (5%)
Função orgânica presente	Aldeído, alceno	Éster, alceno	Éter
Citronela	citronelal (47%)	geraniol (19%)	citronelol (11%)
Função orgânica presente	Aldeído, alceno	Álcool, alceno	Álcool, alceno
Cravo-da-índia	eugenol (84%)	β -cariofileno (11%)	α -humuleno (1%)
Função orgânica presente	Fenol, éter, alceno	Alceno	Alceno
Eucalipto	1,8-cineol (55%)	α -pineno (5%)	α -terpineol (5%)
Função orgânica presente	Éter	Alceno	Álcool, alceno
Hortelã-pimenta	mentol (41%)	mentona (23%)	acetato de mentila (4%)
Função orgânica presente	Álcool	Cetona	Éster
Lavanda	linalol (36%)	acetato de linalila (22%)	terpinen-4-ol (7%)
Função orgânica presente	Álcool, alceno	Éster, alceno	Álcool, alceno
Limão taiti	D-limoneno (52%)	γ -terpineno (13%)	β -pineno (10%)
Função orgânica presente	Alceno	Alceno	Alceno

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Tempo necessário para esse conjunto de atividades: 2h/a

2.5 - ABORDANDO REAÇÕES ORGÂNICAS

AULA 5 - AULA PRÁTICA DE CARACTERIZAÇÃO OS ÓLEOS ESSENCIAIS PRODUZIDOS COMPARANDO COM ÓLEOS COMERCIAIS

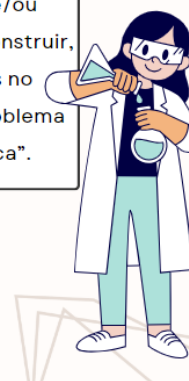
OBJETIVO

Caracterizar os óleos essenciais produzidos na aula anterior.
Comparar os óleos produzidos com os existentes no mercado.
Levantar hipóteses e discutir resultados referentes às reações dos óleos com soluções de iodo, de hidróxido de sódio e de permanganato de potássio.



HABILIDADE BNCC

EM13CNT301 - "Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica".



Fonte: A autora (2023)

Nesta aula prática serão analisadas algumas propriedades dos óleos essenciais de limão taiti e cravo-da-índia obtidos na aula anterior, comparando com amostras comerciais desses óleos. Podem ser incluídos nos testes óleos comerciais de outras plantas como a camomila, canela, citronela, eucalipto, hortelã pimenta e lavanda. A Figura 9 resume os objetivos dessa aula e lista os materiais necessários para os experimentos.

Figura 9. Objetivos e materiais necessários para testes químicos com os óleos essenciais



Fonte: A autora (2023)

Antes de iniciar o experimento, é interessante lembrar ou informar a constituição química (componentes principais de cada óleo essencial), para reconhecimento de fórmulas estruturais e funções orgânicas pelos alunos. Para tanto é necessário quadro e pincel ou giz. Alternativamente, as estruturas impressas podem ser distribuídas para análise durante a aula.

TESTE COM IODO

O primeiro teste será feito com os hidrolatos de limão e de cravo-da-índia obtidos na aula anterior e com os óleos comerciais disponíveis. Para o teste, basta adicionar 1 gota de tintura de iodo a cada tubo contendo cerca de 1 mL do hidrolato do óleo essencial ou duas gotas do óleo comercial em cerca de 1 mL de água. Use um tubo controle com 1 mL de água para comparar a coloração. A Figura 10 resume o procedimento experimental.

Figura 10. Esquema dos procedimentos para o teste químico com iodo



Fonte: A autora (2023)

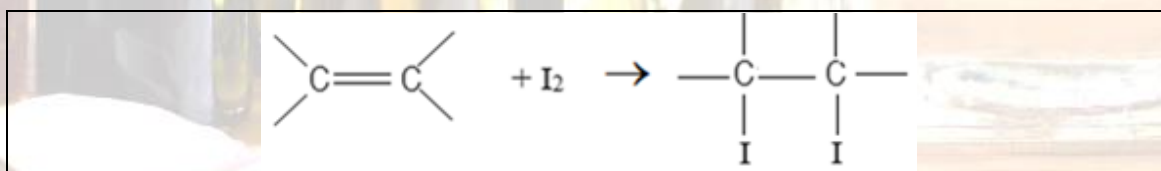
Além dos desenhos das estruturas químicas dos principais componentes de cada óleo essencial, os estudantes podem receber uma tabela pré-elaborada, para anotação dos resultados, como ilustra a Figura 11.

Figura 11. Tabela para registro dos resultados do teste com o iodo.

Resultados		
1ª parte – Marque a coluna de acordo com o teste químico com solução de I₂		
Amostra	Positivo Desaparece a cor castanha do I₂	Negativo Permanece a cor castanha do I₂
Água		
Destilado de limão taiti		
Destilado de cravo-da-índia		
Óleo de camomila + água		
Óleo de canela + água		
Óleo de citronela + água		
Óleo de cravo-da-índia + água		
Óleo de eucalipto + água		
Óleo de hortelã pimenta + água		
Óleo de lavanda + água		
Óleo de limão + água		

Fonte: A autora (2023)

O teste químico com solução de I₂, dará resultado positivo para os óleos cujos constituintes contenham ligações duplas entre carbonos, do tipo alceno. No tubo com água, forma-se uma solução colorida (castanha) com a adição de 1 gota de tintura de iodo. Onde houver compostos com ligações C=C a mistura ficará incolor (ou branca, se estiver turva). Isto ocorre porque o I₂ é consumido na reação, se adicionando aos carbonos de alceno:



Fonte: A autora (2023)

Pode-se solicitar que os alunos escrevam as equações das reações de adição do iodo às estruturas dos compostos presentes em cada óleo essencial, ou selecionar uma estrutura por grupo, como exercício. Na

verdade, nas amostras diluídas em água, ocorrerá a formação da haloidrina (adição de um I e um OH em vez de dois átomos de iodo), mas talvez não seja necessário entrar nesse detalhe, conforme o momento de aprendizagem da turma.

A maioria dos óleos essenciais contém substâncias com ligações $C=C$ em sua composição. Assim, é possível que se observe resultado positivo em quase todos os casos. Os hidrolatos de cravo-da-índia e limão taiti descoram a solução de iodo imediatamente. O óleo essencial de eucalipto (glóbulos) e de hortelã-pimenta têm como componentes principais compostos que não contém ligações $C=C$. Entretanto, componentes minoritários podem reagir com o iodo, apresentando alteração na coloração. O Quadro 11 resume os resultados esperados.

Quadro 11: Resultados (X) dos testes químicos com solução de I_2

Amostra	Positivo Desaparece a cor castanha do I_2	Negativo Permanece a cor castanha do I_2
Água		X
Destilado de limão taiti	X	
Destilado de cravo-da-índia	X	
Óleo de camomila + água	X	
Óleo de canela + água	X	
Óleo de citronela + água	X	
Óleo de cravo-da-índia + água	X	
Óleo de eucalipto + água		X
Óleo de hortelã pimenta + água		X
Óleo de lavanda + água	X	
Óleo de limão + água	X	

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

TESTE COM PERMANGANATO DE POTÁSSIO

O segundo teste será feito com os hidrolatos de limão e de cravo-da-índia obtidos na aula anterior e com os óleos essenciais comerciais disponíveis. O procedimento é idêntico ao anterior: Usar um tubo controle com 1 mL de água. Acrescentar 1 gota da solução roxa de permanganato (a 1%*m/v*) a cada tubo (contendo 1 mL do hidrolato ou 2 gotas do óleo comercial em 1 mL de água). A Figura 11 resume esse procedimento.

Figura 11. Esquema do procedimento para o teste com permanganato de potássio



Fonte: A autora (2023)

A Figura 12 ilustra uma proposta de organização dos dados que pode ser sugerida aos estudantes. Neste caso, também é útil terem em mãos as estruturas químicas dos componentes das amostras em análise.

Figura 12. Tabela para registro dos resultados do teste com o permanganato de potássio.

2ª parte – Marque a coluna de acordo com o teste químico com solução de KMnO_4

Amostra	Positivo Desaparece a cor roxa do KMnO_4	Negativo Permanece a cor roxa do KMnO_4
Água		
Destilado de limão taiti		
Destilado de cravo-da-índia		
Óleo de camomila + água		
Óleo de canela + água		
Óleo de citronela + água		
Óleo de cravo-da-índia + água		
Óleo de eucalipto + água		
Óleo de hortelã pimenta + água		
Óleo de lavanda + água		
Óleo de limão + água		

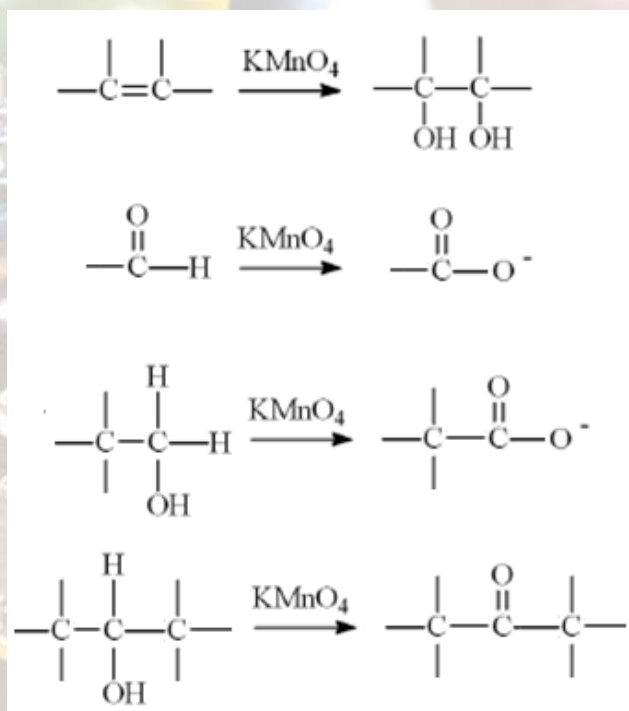
Fonte: A autora (2023)

O teste químico com solução aquosa de KMnO_4 também dará resultado positivo para os óleos cujos constituintes contenham ligações duplas entre carbonos, como os alcenos. Mas, esse teste também dá resultado positivo para outros grupos oxidáveis como aldeído e álcool primário ou secundário. A cor característica do íon permanganato não se altera (apenas clareia pela diluição) quando é adicionado ao tubo com água. Nos demais casos, havendo reação, a cor roxa desaparece e é substituída por uma coloração turva marrom, devida ao dióxido de manganês que se forma.

Nos compostos com duplas ligações entre carbonos (presentes na maioria dos óleos em teste), ocorre a quebra da ligação dupla e formação de

diol. Já nos compostos com grupo aldeído (presente em componentes dos óleos essenciais de canela, citronela e de cravo-da-índia) ou com a função álcool primário (como em componentes do óleo de citronela) ocorre formação de sal de ácido carboxílico. Os álcoois secundários (como em componentes dos óleos de camomila e hortelã) são oxidados a cetonas. Hidroxilas de álcoois terciários (como em componentes dos óleos de camomila, eucalipto e lavanda) não são oxidadas pelo permanganato.

Figura 13. Produtos de oxidação de alguns grupos funcionais pelo permanganato



Fonte: A autora (2023)

Exceto pelo óleo de *Eucalypto globulos*, todos os demais contêm componentes principais que reagem com o permanganato (Quadro 10). Mas, mesmo o óleo de eucalipto pode apresentar alguma reação, dependendo da percentagem de componentes minoritários oxidáveis (α -pineno e α -terpineol)

na amostra comercial. Assim, pode ser que todos os resultados sejam positivos, como descreve o Quadro 12.

Quadro 12: Resultados (X) dos testes químicos com solução de KMnO_4

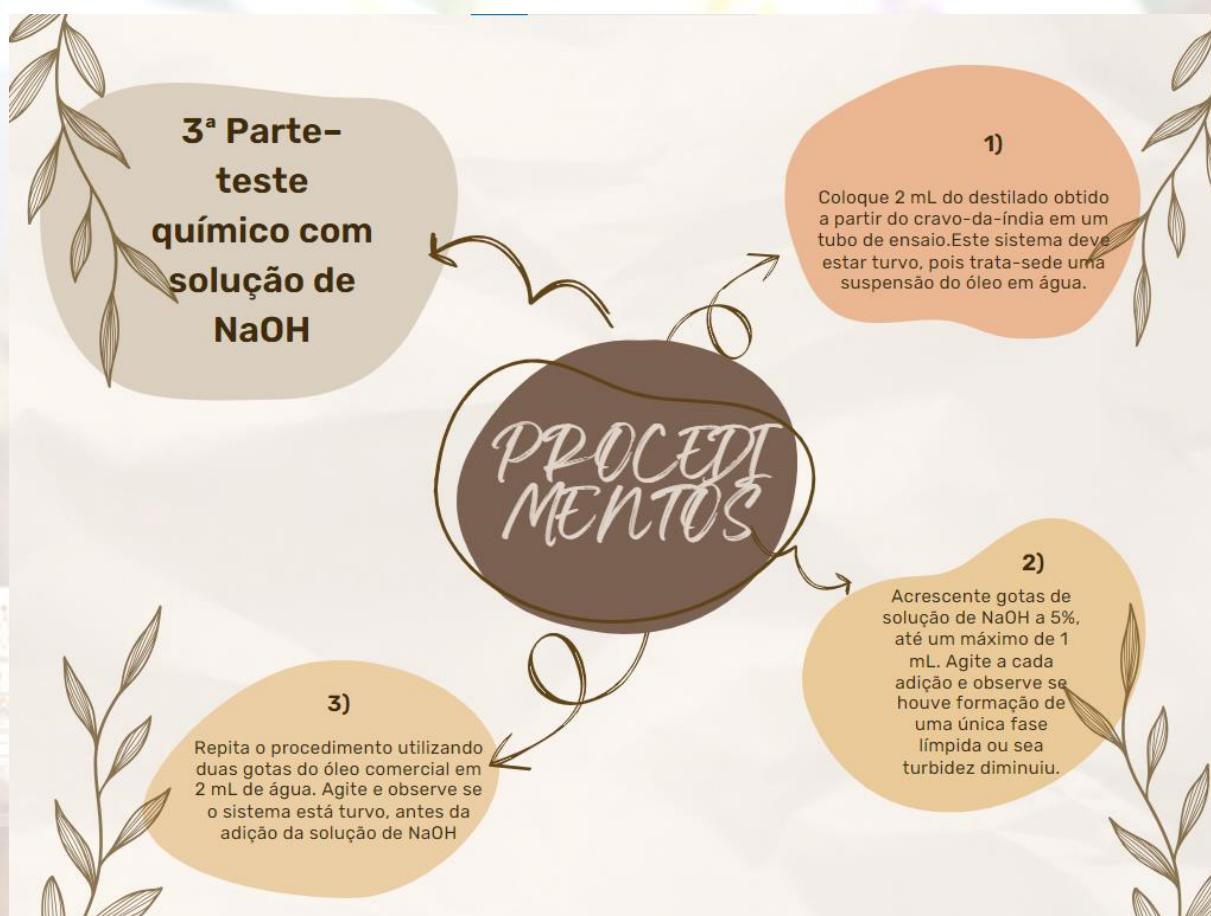
Amostra	Positivo Desaparece a cor roxa do KMnO_4	Negativo Permanece a cor roxa do KMnO_4
Água		X
Destilado de limão taiti	X	
Destilado de cravo-da-índia	X	
Óleo de camomila + água	X	
Óleo de canela + água	X	
Óleo de citronela + água	X	
Óleo de cravo-da-índia + água	X	
Óleo de eucalipto + água	X	
Óleo de hortelã pimenta + água	X	
Óleo de lavanda + água	X	
Óleo de limão + água	X	

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

TESTE COM HIDRÓXIDO DE SÓDIO

O terceiro teste químico é um ensaio com solução de NaOH, que dará positivo para os óleos cujos constituintes contenham grupos ácidos como o fenol do eugenol presente em cravo-da-índia, por exemplo. Esse teste será feito com suspensões aquosas dos óleos essenciais. A Figura 14 resume o procedimento a ser realizado.

Figura 14. Resumo do procedimento para o teste químico com hidróxido de sódio



Fonte: A autora (2023)

O hidrolato do óleo essencial de cravo-da-índia apresenta-se turvo assim que é produzido na destilação por araste de vapor. O aspecto leitoso indica que microgotas do óleo incolor estão dispersas na água.

Só faz sentido realizar o teste se a mistura do óleo com a água for bifásica ou turva. Assim, é preciso adicionar uma quantidade de óleo suficiente à água para que se possa perceber a existência de duas fases. Se as duas gotas indicadas no item (3) da Figura 14 não forem suficientes para visualizar que o sistema é bifásico, adicione mais gotas do óleo essencial antes de acrescentar o NaOH.

A Figura 15 ilustra uma proposta de organização dos dados que pode ser fornecida aos estudantes.

Figura 15. Tabela para registro dos resultados do teste com o hidróxido de sódio.

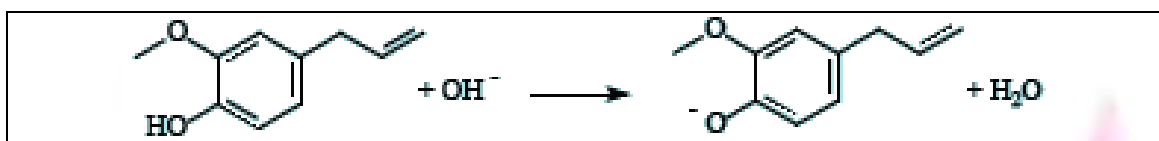
3ª parte – Anote o aspecto da mistura do óleo essencial em água antes e após a adição de solução de hidróxido de sódio

Amostra	Antes da adição de NaOH	Após a adição de NaOH
Destilado de limão taiti		
Destilado de cravo-da-índia		
Óleo de camomila + água		
Óleo de canela + água		
Óleo de citronela + água		
Óleo de cravo-da-índia + água		
Óleo de eucalipto + água		
Óleo de hortelã pimenta + água		
Óleo de lavanda + água		
Óleo de limão + água		

Fonte: A autora (2023)

Haverá reação com o óleo essencial de cravo-da-índia, visto que o eugenol tem um grupo ácido (fenol). Forma-se o sal de sódio correspondente, que é solúvel em água. Assim, a turbidez desaparece, formando uma solução límpida. A equação iônica da reação ácido-base está mostrada na Figura 16.

Figura 16. Equação química da reação do eugenol com o ânion hidróxido.



Fonte: A autora (2023)

Esse teste pode ser realizado com o hidrolato e com o óleo comercial de cravo-da-índia. Como os demais óleos essenciais não contêm componentes ácidos, não seria observada reação com hidróxido de sódio. Entretanto, resultados experimentais negativos podem ser interessantes para a aprendizagem. Assim, se houver tempo e material suficiente, vale a pena incluir. É importante lembrar que a quantidade do óleo na água deve ser suficiente para a percepção de que o sistema em análise é bifásico. O Quadro 13 resume os resultados esperados para todos os casos em análise.

Quadro 13: Aspecto das misturas do óleo essencial em água antes e após a adição de solução de hidróxido de sódio

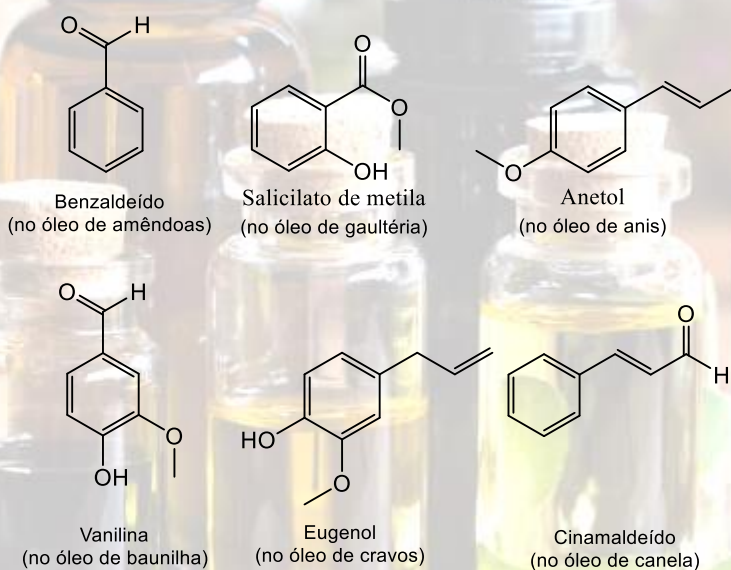
Amostra	Antes da adição de NaOH	Após a adição de NaOH
Destilado de limão taiti	<i>bifásico</i>	<i>bifásico</i>
Destilado de cravo-da-índia	<i>turvo, leitoso</i>	<i>límpido, monofásico</i>
Óleo de camomila + água	<i>bifásico</i>	<i>bifásico</i>
Óleo de canela + água	<i>bifásico</i>	<i>bifásico</i>
Óleo de citronela + água	<i>bifásico</i>	<i>bifásico</i>
Óleo de cravo-da-índia + água	<i>bifásico</i>	<i>límpido, monofásico</i>
Óleo de eucalipto + água	<i>bifásico</i>	<i>bifásico</i>
Óleo de hortelã pimenta + água	<i>bifásico</i>	<i>bifásico</i>
Óleo de lavanda + água	<i>bifásico</i>	<i>bifásico</i>
Óleo de limão + água	<i>bifásico</i>	<i>bifásico</i>

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Após a aula prática poderá ser resolvida uma lista de exercícios, envolvendo óleos essenciais, reconhecimento de funções orgânicas, reações orgânicas, processos de separação de misturas. Caso o tempo de aula não seja suficiente, os exercícios poderão ser concluídos extraclasses. A seguir, são sugeridos alguns exercícios.

Questão 01 - (ENEM/2022)

De modo geral, a palavra "aromático" invoca associações agradáveis, como cheiro de café fresco ou de um pão doce de canela. Associações similares ocorriam no passado da história da Química Orgânica, quando os compostos ditos "aromáticos" apresentavam um odor agradável e foram isolados de óleos naturais. À medida que as estruturas desses compostos eram elucidadas, foi se descobrindo que vários deles continham uma unidade estrutural específica. Os compostos aromáticos que continham essa unidade estrutural tomaram-se parte de uma grande família, muito mais com base em suas estruturas eletrônicas do que nos seus cheiros, como as substâncias a seguir, encontradas em óleos vegetais.



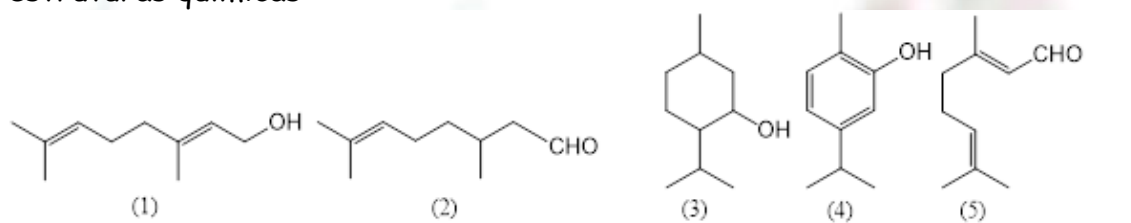
SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. Química Orgânica. Rio de Janeiro: LTC, 2009 (adaptado)

A característica estrutural dessa família de compostos é a presença de

- a) ramificações.
- b) insaturações.
- c) anel benzênico.
- d) átomos de oxigênio.
- e) carbonos assimétricos.

Questão 02 - (ENEM/2020)

Um microempresário do ramo de cosméticos utiliza óleos essenciais e quer produzir um creme com fragrância de rosas. O principal componente do óleo de rosas tem cadeia poli-insaturada e hidroxila em carbono terminal. O catálogo dos óleos essenciais apresenta, para escolha da essência, estas estruturas químicas:



Qual substância o empresário deverá utilizar?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

Questão 03 - (ENEM/2017)

Na Idade Média, para elaborar preparados a partir de plantas produtoras de óleos essenciais, as coletas das espécies eram realizadas ao raiar do dia. Naquela época, essa prática era fundamentada misticamente pelo efeito mágico dos raios lunares, que seria anulado pela emissão dos raios solares. Com a evolução da ciência, foi comprovado que a coleta de algumas espécies ao raiar do dia garante a obtenção de material com maiores quantidades de óleos essenciais.

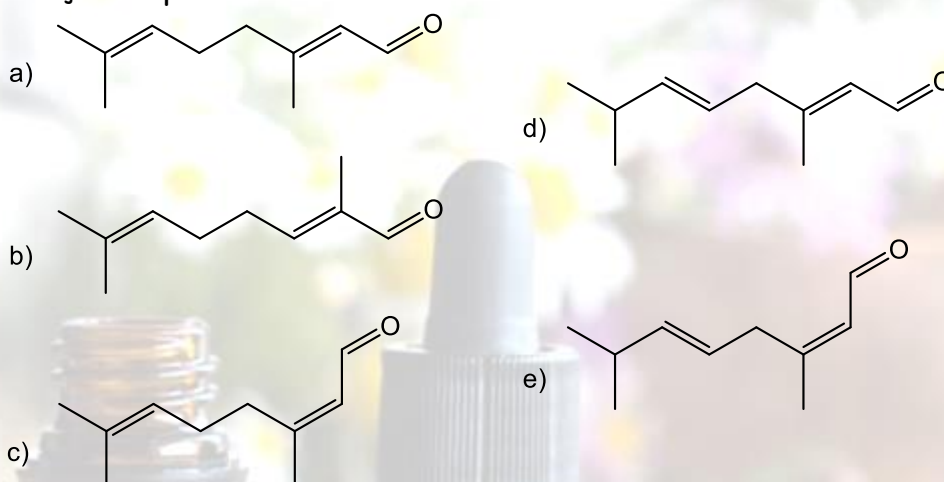
A explicação científica que justifica essa prática se baseia na

- a) volatilização das substâncias de interesse.
- b) polimerização dos óleos catalisada pela radiação solar.
- c) solubilização das substâncias de interesse pelo orvalho.
- d) oxidação do óleo pelo oxigênio produzido na fotossíntese.
- e) liberação das moléculas de óleo durante o processo de fotossíntese.

Questão 04 - (ENEM/2013/Adaptada)

O citral, substância de odor fortemente cítrico, é obtido a partir de algumas plantas como o capim-limão, cujo óleo essencial possui aproximadamente 80%, em massa, da substância. Uma de suas aplicações é na fabricação de produtos que atraem abelhas, especialmente do gênero

Apis, pois seu cheiro é semelhante a um dos feromônios liberados por elas. Sua fórmula molecular é $C_{10}H_{16}O$, com uma cadeia alifática de oito carbonos, duas insaturações, nos carbonos 2 e 6 e dois grupos substituintes metila, nos carbonos 3 e 7. Esse composto possui um maior ponto de ebulição devido a maior intensidade das interações intermoleculares presentes entre as moléculas. Para que se consiga atrair um maior número de abelhas para uma determinada região, a molécula que deve estar presente em alta concentração no produto a ser utilizado é:



Questão 05 - (UnB 2018/2)



O filme **Perfume: a história de um assassino**, que se ambienta na Paris da primeira metade do século XVIII, apresenta estreita relação com a química, mais especificamente com os métodos empregados para a extração de óleos essenciais de plantas. A imagem precedente apresenta o protagonista do filme, Jean-Baptiste Grenouille, ao lado do equipamento utilizado para realizar a extração de óleos essenciais de plantas por meio da destilação

por arraste a vapor. A técnica é empregada para destilar substâncias pouco solúveis em água que se decompõem próximo de seus pontos de ebulição. Para isso, a água contida em uma caldeira é vaporizada e seu vapor passa através do recipiente que contenha o material do qual o óleo deverá ser extraído, volatilizando e arrastando os óleos. Na sequência, os vapores são condensados ao longo de um tubo e coletados em um recipiente, onde os óleos são separados da fração aquosa.

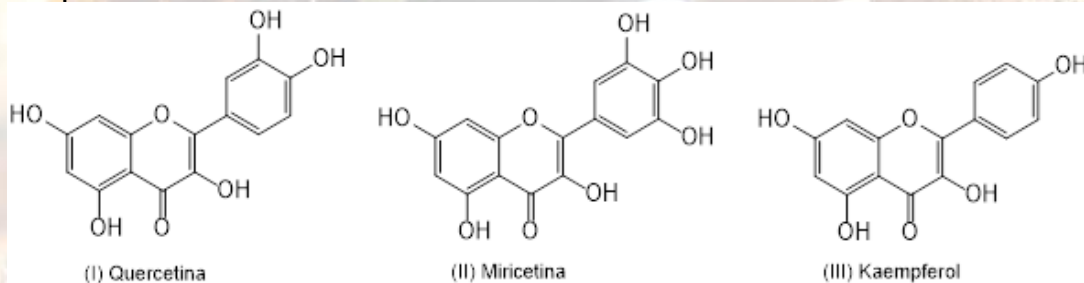
Tendo como referência o texto e a imagem precedentes julgue a afirmativa:

A separação dos óleos essenciais a partir da fase aquosa pode ser realizada por decantação.

- a) Certo
- b) Errado

Questão 06 - (UFT/2019/Adaptada)

Flavonóides são uma classe de metabólitos secundários comumente encontrados em diversos alimentos derivados de vegetais e frutos como maçãs, nozes, frutas vermelhas, chás, brócolis e vinho tinto. Dentre os flavonóides mais encontrados em vegetais tem-se a quercetina, miricetina e kaempferol:

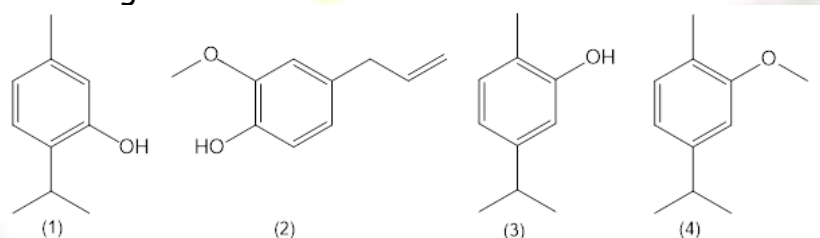


Sobre os flavonóides mencionados não se pode afirmar que:

- a) são compostos fenólicos.
- b) o grau de oxidação varia em função do número de hidroxilas presentes na estrutura.
- c) a miricetina pode ser sintetizada a partir do kaempferol através de uma reação de oxidação.
- d) possuem em sua estrutura um grupo funcional ácido carboxílico e um grupo funcional éster.
- e) são pigmentos naturais presentes na maioria das plantas, cuja síntese não ocorre na espécie humana.

Questão 07 - (PLANEJATIVO/2023/Adaptada)

Bioensaios com óleos essenciais de duas espécies de *Monarda* indicam que compostos presentes nesses óleos têm atividade repelente para o mosquito da febre amarela. Dentre os compostos isolados desses óleos, temos os apresentados a seguir:



Sobre os compostos apresentados, pode-se afirmar que:

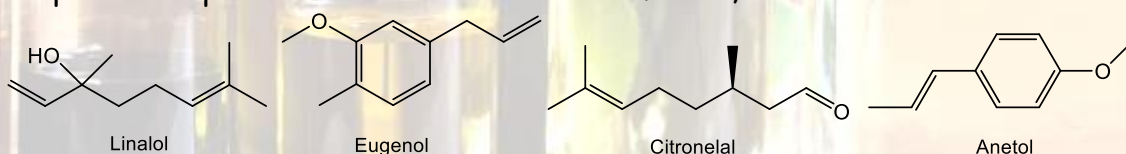
- a) Os compostos 1, 3 e 4 são isômeros.
- b) Os compostos 1, 2, 3 e 4 são fenóis.
- c) Apenas o composto 2 sofre reação de adição com Br_2 .
- d) Os compostos 1, 2 e 3 apresentam a função álcool em suas estruturas.
- e) Os compostos 1, 3 e 4 apresentam pontos de ebulição e solubilidade em água muito similares.

Questão 08 - (UEMG/2013/Adaptada)

Óleos essenciais são misturas de compostos aromáticos voláteis extraídos de plantas aromáticas por processos de destilação, compressão de frutos ou extração com o uso de solventes. Geralmente, são altamente complexos, compostos às vezes de mais de uma centena de componentes químicos.

São encontrados em pequenas bolsas (glândulas secretoras) existentes na superfície de folhas, flores ou no interior de talos, cascas e raízes.

As fórmulas estruturais de alguns componentes de óleos essenciais, responsáveis pelo aroma de certas ervas e flores, são:



Em relação a esses compostos, pode-se afirmar que o

- a) anetol pode ser classificado como um fenol.
- b) linalol é um álcool de cadeia carbônica não ramificada.
- c) linalol e o citronelal possuem mesma fórmula molecular.
- d) citronelal é um ácido carboxílico de cadeia carbônica saturada.
- e) óleos essenciais são compostos que possuem altas temperaturas de ebulição.

Tempo necessário para esse conjunto de atividades: 1h/a

2.6. - A UTILIZAÇÃO DE JOGOS ON-LINE NO ENSINO DE QUÍMICA



AULA 6 – APRENDER BRINCANDO

OBJETIVO

Esta aula tem por objetivo avaliar os conceitos formados a partir da aplicação da sequência didática, ou seja, avaliar a construção de conhecimento do aluno a partir da realização de pesquisas, experimentos, análise e utilização de recursos tecnológicos, como o software ACD/ChemSketch.



HABILIDADE BNCC

EM13CNT301 – “Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica”.



A aula é realizada a partir da aplicação de um jogo online, a fim de que os alunos possam realizar a identificação de funções orgânicas e reações químicas com compostos orgânicos, com tema “Óleos essenciais”. Você pode acessar o jogo construído pela autora deste ebook no seguinte endereço:

https://quizizz.com/admin/quiz/64dc3df3d301fe0007e86574?source=quiz_share

O recurso tecnológico “Quizizz” possibilita o uso desse jogo, já disponível na plataforma, ou você poderá criar seu próprio jogo. Uma alternativa ao Quizizz é o aplicativo Kahoot, que propicia resultados semelhantes. A escolha do “quizizz” para esta atividade se deu pelo fato de permitir um grande número de caracteres nas questões e por ser possível adicionar comentários após cada questão.

2.6.1 - CONSTRUINDO O JOGO

Este guia fornecerá uma descrição de forma breve para a criação de jogos com ênfase para o Quizizz e o Kahoot. Com a utilização destas plataformas tem-se a oportunidade de preparar de forma lúdica uma aula diferenciada, divertida e interativa.

É importante para o processo de criação de jogos primeiramente definir qual o objetivo do jogo, ou seja, quais os objetos de aprendizagem ou habilidades que se deseja alcançar para em seguida escolher o tipo de pergunta. A adição de imagens, vídeos, gráficos, dentre outros recursos multimídia torna o jogo mais atraente e interessante.

Para construir o jogo on-line "Quizizz" o usuário deve acessar o site <<https://quizizz.com>> e criar uma conta na opção "inscrever-se". Você deverá responder se pretende usar o Quizizz para escola, trabalho ou uso pessoal. Escolha a opção "escola" e, na sequência escolha a opção "um docente" que se refere a sua área de atuação. Na sequência será questionado sobre o acesso que os seus alunos possuem em sala de aula e você escolhe a opção que melhor couber à sua realidade.

Figura 17. Tela da plataforma Quizizz sobre o acesso a dispositivos em aula



Fonte: A autora (2023)

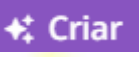
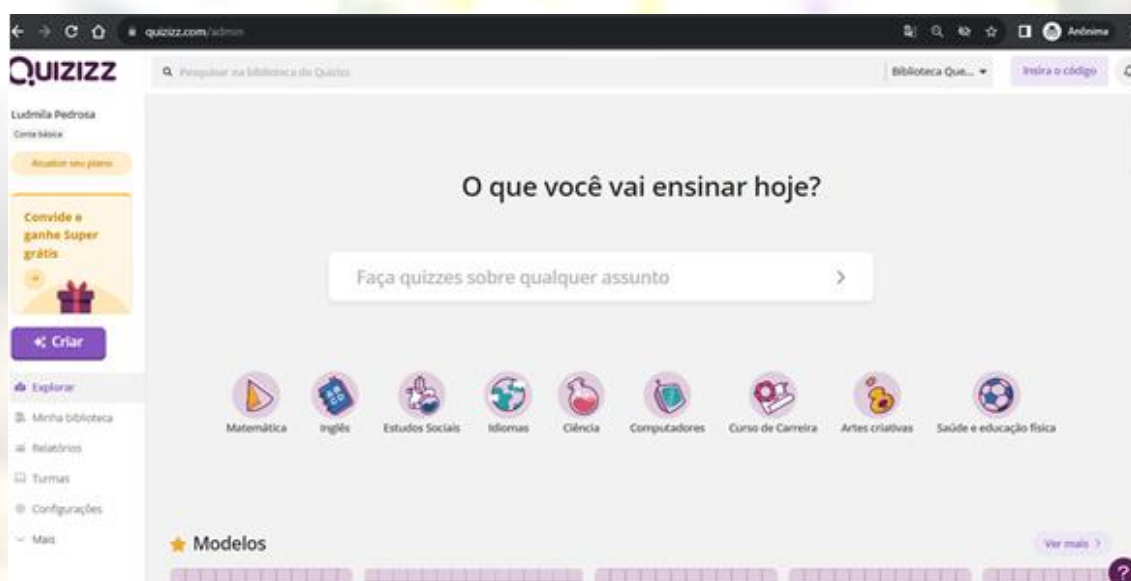
Na página seguinte que dará acesso à construção do jogo on-line, você terá a opção de criar um novo Quizizz, na caixa em destaque na tela à esquerda a partir do ícone . Você pode optar por usar um Quizizz que já esteja pronto, bastando digitar o tema à sua escolha na caixa de diálogo contida no centro da tela (Figura 18).

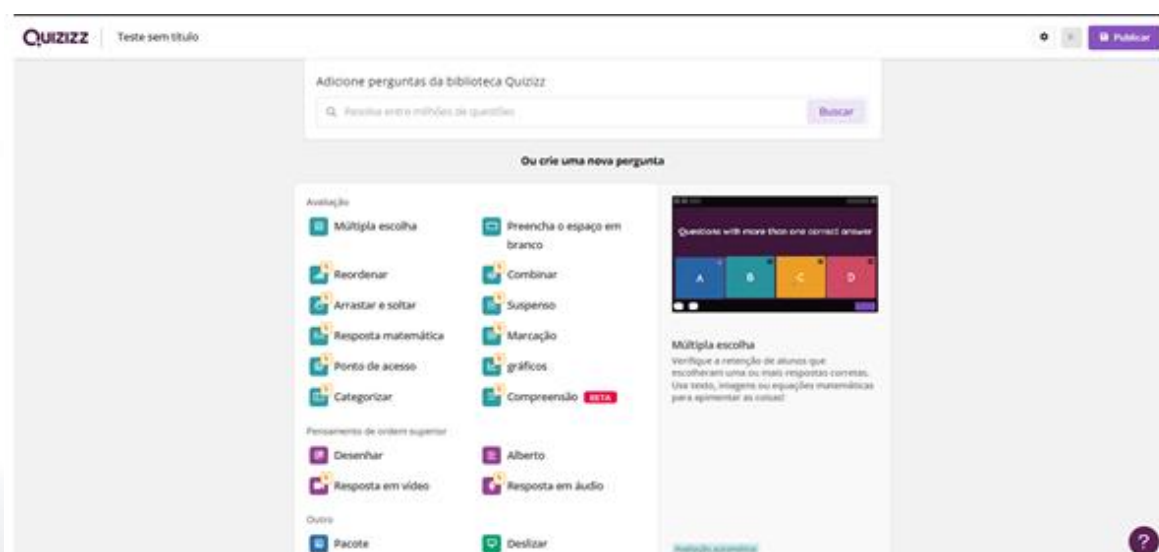
Figura 18. Tela inicial da plataforma Quizizz para criar um quiz



Fonte: A autora (2023)

Nesta etapa seleciona-se a opção "criar" para começar a criação de um novo jogo. Caso você já tenha um formulário Google pronto é possível importá-lo para o Quizizz. Após clicar na opção "criar" o site perguntará o que você gostaria de criar. A opção "Quiz" te permitirá fazer avaliações e motivar os alunos com perguntas interativas. Em seguida clique na opção "criar do zero". Assim você poderá utilizar questões que estão dentro do Quizizz, de acesso livre ou adicionar suas próprias questões.

Figura 19. Tela da plataforma Quizizz para adicionar questões



Fonte: A autora (2023)

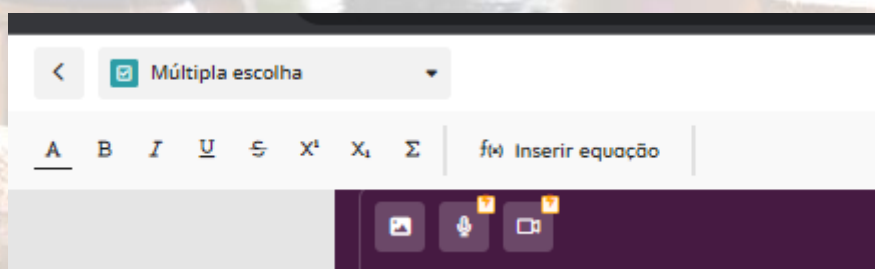
Na aba mostrada na Figura 19, se você selecionar a opção "Múltipla Escolha", terá a condição de colocar mais de uma alternativa correta nas respostas, usar textos, imagens e também equações matemáticas. As outras opções marcadas com um raio amarelo, são acessos pagos, em um plano especial oferecido pela plataforma. Vamos nos ater aqui às opções gratuitas a que a plataforma dá acesso.

Clicando, então, na opção "Múltipla Escolha" (Figura 19), o usuário é direcionado à tela para inserção da pergunta. Nesta, o usuário pode adicionar uma imagem do seu arquivo pessoal na opção "carregar" ou pode adicionar uma imagem de acesso livre na opção "buscar". Existe um limite de 10 imagens diárias gratuitas para o usuário montar o quiz. A utilização da imagem estimula o cérebro tornando mais fácil a compreensão do tema abordado, além de estimular o aluno a recordar informações adquiridas durante as aulas, visto que fazem associações da imagem com o tema, tornando mais envolvente e interessante a atividade.

Nas alternativas, o usuário tem a opção de adicionar mais uma resposta a partir do sinal de "+" à direita das alternativas. Em cada resposta você pode adicionar imagens na figura que se encontra no canto esquerdo de cada alternativa. Você deve indicar a resposta certa no círculo no canto superior direito do quadro de respostas.

No canto superior esquerdo você tem as opções de alterar a cor do texto, colocar em negrito, em itálico, sublinhar, tachar e utilizar as opções de subscrito e sobrescrito em fórmulas químicas e outros, além de adicionar símbolos para as questões de termoquímica, por exemplo. Com esses ícones, o usuário tem a opção de inserir símbolos matemáticos, em grego, em latim, moeda ou até mesmo emoticons, o que torna a questão ainda mais atraente para os alunos. Segue imagem dos ícones citados.

Figura 20. Alguns ícones de construção de questões na plataforma Quizizz




Fonte: A autora (2023)

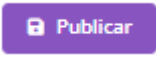
No canto inferior direito da tela, você pode escolher a opção de uma resposta correta ou de várias respostas corretas.

Já no canto superior direito da tela, o usuário seleciona a pontuação de cada questão, o tempo que o aluno tem para responder a questão, e é possível salvar a pergunta feita. Na aba abaixo do ícone "salvar a pergunta" você pode incluir uma explicação sobre a questão, podendo adicionar

também uma imagem além do texto com a explicação. Feito isto, basta salvar e você será direcionado para a tela inicial do seu quiz.

Abaixo da questão feita, você tem a opção de "criar uma nova pergunta", adicionando quantas questões achar necessário.

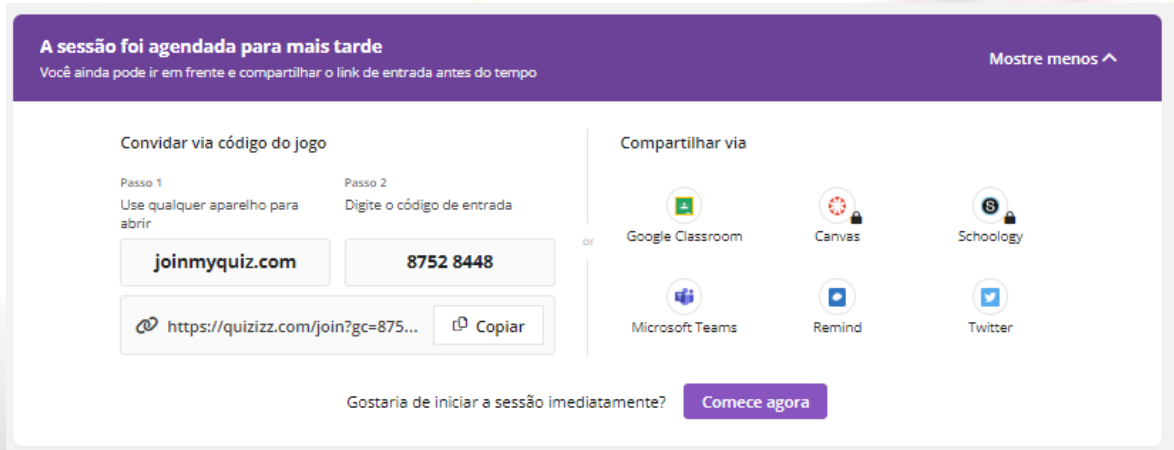
Terminado o seu questionário você tem a opção de "visualizar o teste" clicando no ícone  que se encontra no canto superior direito da sua tela.

Estando tudo conforme o desejado basta clicar em . Você será direcionado para escolher dentre as opções "iniciar um teste ao vivo" no qual o professor será o mediador na atividade. Escolhendo essa opção o professor pode usar o "modo clássico" em que os alunos respondem no próprio ritmo e o professor vê os resultados em um painel ao vivo, ou o professor pode selecionar a opção "no ritmo do instrutor" em que o professor pode controlar o tempo para que todos avancem em cada pergunta, juntos.


Além da opção "iniciar um teste ao vivo" pode-se optar por "atribuir lição de casa". Nesse caso, você poderá: 1º definir um horário para o início das atividades; 2º escolher quantas vezes o participante pode realizar o teste; 3º escolher o prazo em que a atividade poderá ficar disponível. É importante atentar para o fato que a opção gratuita libera a atividade por até 14 dias corridos. Para prazos maiores o docente tem a opção de, próximo à data de vencimento do Quiz, prorrogar o prazo, ou então aderir ao plano disponibilizado pela plataforma, que dá acesso a vários outros recursos; 4º atribuir a atividade através do Classroom, Teams, Twitter ou Remind; podendo fazê-lo também através de *link* com um código de acesso.

Com o link disponível o aluno faz login usando um email pessoal e adiciona na sequência o código de acesso. Veja as opções na Figura 21.

Figura 21. Alguns ícones de construção de questões na plataforma Quizizz



Fonte: A autora (2023)

Após a aplicação do jogo, o usuário deve voltar à tela inicial do Quizizz e, na lateral esquerda, acessar a aba  **Relatórios** e verificar na opção "participantes" a precisão, pontuação e quantidade de questões certas e erradas de cada estudante. Já na aba "questões" é possível verificar a quantidade de acertos e erros por questão, permitindo a análise das questões que os alunos tiveram mais dificuldade, possibilitando o retorno ao conteúdo a fim de sanar possíveis dúvidas. Ainda nesta aba, em "visão geral" é possível analisar o maior número de erros e acertos por questão e por aluno ao mesmo tempo. Por fim, o usuário pode baixar o arquivo com os resultados do quiz aplicado que permitirá analisar, além dos dados anteriormente citados, o tempo gasto em cada questão pelo aluno.

Com essa facilidade de acesso, o Quizizz é considerado uma excelente alternativa de estímulo para os estudantes e engajamento nas tarefas visto que permite a adição de questões completas, sem limite de

palavras, disponibiliza relatório do jogo aplicado, sendo dinâmico e de fácil acesso. Além de criar o seu próprio Quizizz, o usuário pode utilizar outros já disponibilizados na plataforma, fazendo alterações de acordo com sua realidade.


Uma alternativa de jogo on-line que pode ser utilizado nas aulas de Química, é a plataforma on-line Kahoot. O Kahoot permite uma competição entre os alunos, individualmente ou por equipes. Apesar de ser muito atraente e promover a competição entre os alunos de forma amistosa, o Kahoot tem limite de número de palavras por questão, sendo esta considerado pela autora deste e-book a única desvantagem encontrada nesta plataforma.


Assim como no Quizizz, o Kahoot possibilita que a aplicação do jogo seja feita de forma presencial ou à distância, podendo o usuário liberar o link para que o acesso seja feito de casa ou outro local à escolha do aluno. O jogo pode ser acessado através do celular, computador, tablet, ficando a critério de quem irá jogar. O Kahoot permite também que, além de criar a questão, o usuário utilize questões disponibilizadas na plataforma, assim como usar jogos inteiros prontos.

Para criar o seu jogo no Kahoot você deverá acessar o site <https://kahoot.com/> onde se deparará com o conteúdo em inglês, que pode ser facilmente traduzido para o português clicando com o botão direito do mouse e selecionando a opção "traduzir". Na tela inicial o usuário irá clicar em "inscrever-se" e escolher o tipo de conta selecionando a opção "professor". Em seguida selecione a opção referente ao seu local de trabalho e, na sequência, coloque seu email. Adiante serão mostrados os valores dos planos que a plataforma oferece. Você pode descer até o final


da página com o mouse e selecionar o plano "Básico", que é gratuito e permite até 40 participantes jogarem ao mesmo tempo. Nesse caso, clique na opção "continuar de graça".

Na página seguinte o usuário tem a possibilidade de criar o seu próprio jogo Kahoot na opção **Criar** no canto superior direito da tela. Já

no canto esquerdo da tela o usuário tem as opções: *  **Descobrir** em que pode

acessar jogos já prontos sobre um determinado tema; *  **Biblioteca** onde é

possível criar ou acessar os seus próprios Kahoots; *  **Relatórios** onde poderá acessar os dados coletados dos participantes, a partir da aplicação do jogo;

 **Grupos** onde poderá criar grupos para que os alunos possam compartilhar conteúdos e aprender juntos, além de se divertir. Esses ícones são os mais úteis para a criação dos jogos.

Então, para dar início à elaboração do jogo clique em **Criar** e selecione a opção Kahoot. Selecione a opção "tela em branco" para começar um Kahoot do zero. Porém, se desejar fazer a partir de um modelo já pronto selecione "modelos".

No canto superior da tela vá em "configurações" e insira o título do seu jogo e coloque uma breve descrição. Escolha o vídeo e a música de entrada, não sendo essas etapas obrigatórias. Em seguida, selecione o idioma e a visibilidade desejada. Se optar por "público" o seu jogo ficará disponível para que outras pessoas vejam. Se escolher a opção "privado",

apenas você poderá visualizá-lo. Clique em "pronto" e retorne a tela inicial. Selecione "temas" e escolha o que lhe convier.

À esquerda da tela serão adicionadas as perguntas por você elaboradas. Já no canto direito da tela, você, primeiramente selecionará o tipo de pergunta a ser feito, podendo ser "questionário" em que terá a opção de colocar alternativas ou "verdadeiro/falso". É viável utilizar as duas modalidades de perguntas para que o jogo fique mais dinâmico. Em seguida selecione o "limite de tempo" que o aluno terá para responder, podendo ser entre 20 segundos e 4 minutos por questão. Na sequência, em "pontos" selecione a pontuação por questão e, em seguida, clique em "opções de resposta". Como o acesso é gratuito é preciso escolher "seleção simples" em que o estudante terá apenas uma opção de resposta, diferentemente do Quizizz em que é possível criar questões com mais de uma resposta correta na versão gratuita.

Para criar as questões, no centro da tela o usuário deve adicionar perguntas diretas que contenham no máximo 120 caracteres. Assim que você começar a digitar irão aparecer acima as opções de negrito, itálico, sobrescrito e subscrito. Você poderá adicionar símbolos e fórmulas, caso necessários. No centro, você pode adicionar imagens, gifs, vídeos e áudios, tudo isso para deixar o jogo mais dinâmico, animado e interativo. Na opção vídeo, você pode utilizar informação disponível em um vídeo do YouTube, por exemplo, ou usar apenas um trecho do filme, pois a plataforma permite colocar o tempo inicial e final a ser usado do vídeo. O usuário tem a opção também de carregar vídeo ou imagem do seu arquivo pessoal. Após adicionar a pergunta, a imagem, o gif e/ou o vídeo, adicione as alternativas. É

interessante que se tenha uma caixa de som para deixar o ambiente ainda mais animado.

Pelo acesso gratuito, a plataforma disponibiliza quatro alternativas de resposta. Após a digitação de cada questão, irá aparecer um círculo em que o usuário deve clicar selecionando a resposta correta dentre as quatro alternativas. Acrescente outras questões clicando no ícone "adicionar perguntas" no canto esquerdo da tela. Ao final, clique em "visualizar" para verificar como as questões serão visualizadas pelos alunos. Irá aparecer na tela, no canto esquerdo o tempo que eles terão para responder, e no canto direito quantos alunos já responderam a questão. Salve o seu Kahoot. Caso haja algo em desacordo o Kahoot informará o que deve ser corrigido. Na sequência clique em "pronto".

Antes de iniciar o jogo com os alunos, clique na opção "iniciar" e escolha a opção "modo clássico" para que a competição ocorra de forma individual ou "modo equipe". Adiante, no canto inferior direito clique na engrenagem que dará a opção de algumas configurações. Caso o usuário tenha disponível uma TV ou projetor, deixe a opção "mostrar perguntas e respostas" em configurações, pois assim a pergunta irá aparecer na tela projetada por você e no celular do aluno irá aparecer apenas a imagem referente às respostas alternativas.

Em seguida você tem a opção dos alunos escolherem o seu próprio personagem, momento em que eles podem usar sua criatividade. Mais abaixo, você tem a opção de escolher o tema, a música, e selecionar a organização do jogo. Em "segurança e privacidade" é interessante selecionar a opção "entrada em duas etapas". Caso o professor queira que o aluno seja identificado escolha a opção "gerador de apelidos". Oriente os alunos a

adicionar os nomes corretamente. Caso haja algum inconveniente o professor pode excluir nomes adicionados de forma indevida e/ou maldosa.

Para dar início ao jogo, os alunos devem acessar o site <https://kahoot.it/> e inserir o link disponibilizado pelo professor. Outra forma é fazer o acesso através do QRcode gerado. A partir do momento em que o primeiro aluno entrar no jogo, o próximo terá até 15 segundos para conseguir logar antes do jogo iniciar, dando tempo assim para que todos alunos acessem.

Iniciado o jogo, no canto esquerdo aparecerá na tela o tempo que o aluno tem para responder a questão e no canto direito a quantidade de alunos que já responderam. Ganha mais pontos quem responder corretamente e em menor tempo. Ao final de cada questão aparece um pódio com os três primeiros lugares e isso estimula o participante a estar no pódio e se manter lá. Ao final do jogo, aparece o pódio com os três primeiros lugares e, em seguida, aparece a opção para que o professor possa baixar o relatório do jogo, que dará acesso a números de erros e acertos, dentre outros dados relevantes, assim como no Quizizz.

Caso seja opção do usuário, a tarefa pode ser realizada em casa ou outro ambiente fora da escola. Para isso o professor deve ir em "biblioteca" na tela inicial do Kahoot, selecionar o jogo, clicar na opção "atribuir", selecionar as opções desejadas e disponibilizar o jogo através de um QRcode, ou pelo pin, que o aluno utilizará no site <https://kahoot.it>. Outra opção é fazer o acesso através da URL disponibilizada pela plataforma. Nesta mesma aba, logo acima do título do seu jogo Kahoot, o professor tem a opção de baixar o relatório com os dados dos alunos que jogaram o Kahoot.

A utilização de jogos on-line no processo de ensino aprendizagem é um método atrativo, dinâmico e eficiente que busca promover uma aula diferenciada a partir de uma estratégia de ensino ativa. Através destas plataformas então é possível construir jogos digitais tanto acerca do tema de óleos essenciais e sua interface com a Química Orgânica quanto qualquer outro tema relacionado às suas aulas.

Tutoriais sobre a construção de jogos no Quizizz e no kahoot podem ser encontrados em:

Quizizz < <https://youtu.be/m5hW7zQzOOA?si=Q9wi1dpFHDiYohp> >

Kahoot < https://youtu.be/w_lr73e7A1Y?si=FpN55S-giejTcln3 >



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, W.; DESCHAMPS, C.; MACHADO, M. P.; KOEHLER, H. S.; SCHEER, A. P.; COCCO, L.; YAMAMOTO, C. Avaliação de germoplasma de camomila e densidade de semeadura na produção e composição do óleo essencial. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.2, p.195-200, 2012.
- ANDRADE, M.; CARDOSO, M.; BATISTA, L.; MALLET, A.; MACHADO, S. Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale*: composição, atividades antioxidante e antibacteriana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, v. 2, p. 399-408, 2012.
- BANSODE, V. J. A review on pharmacological activities of *Cinnamomum cassia* Blume. **International Journal of Green Pharmacy** v.6, p. 102-108, 2012.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.
- BIESKI, I. G. C.; SANTOS, J. L. U.; FERREIRA, M. L.; GARCIA, P. C.; DOURADO, S. H. A.; JANUÁRIO, A. B.; MESSIAS, T. E.; APOLINARIO, J. M. S. S. Potencial econômico e terapêutico dos óleos essenciais mais utilizados no Brasil. **Revista Fitos**, Supl. (1), p. 125-137, 2022.
- BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.
- BIZZO, H. R.; REZENDE, C. M. O mercado de óleos essenciais no Brasil e no mundo na última década. **Química Nova**, v. 45, n. 8, p. 949-958, 2022.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. (BNCC). Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2018-pdf/85121-bncc-ensino-medio/file>> Acesso em: 29 de abr. 2023.
- BORSATO, A. V.; DONI-FILHO, L.; MIGUEL, O. G.; PAGLIA, E. C. Propriedades físico-químicas do óleo essencial de camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] submetida à secagem em camada fixa. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 10, n. 3, p. 24-30, 2008.
- CANDAU, V. M. (org.). **Rumo a uma nova didática**. Petrópolis: Vozes, 2014. 208p.
- CASTRO, C.; SILVA, A.; FRANCO, C.; SIQUEIRA, G.; CASCAES, M.; NASCIMENTO, L. Caracterização química do óleo essencial das folhas, galhos e frutos de *Cinnamomum verum* J. Presl (Lauraceae). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 41320-41333, 2020.
- CAVANAGH, H. M. A.; WILKINSON, J. M. Lavender essential oil: a review. **Australian Infection Control**, v. 10, n. 1, p. 35-37, 2005.
- DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In: DOLZ, J.; SCHNEUWLY, B. e colaboradores. **Gêneros orais e escritos na escola**. Trad. e Org. de Roxane Rojo e Gláís Sales Cordeiro. Campinas, SP: Mercado das Letras, 2004.
- ELANGO VAN, S.; MUDGIL, P. Antibacterial Properties of *Eucalyptus globulus* Essential Oil against MRSA: A Systematic Review. **Antibiotics** v. 12, p. 474, 2023. 18p.

FELIPE, L. O.; BICAS, J. L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 2, p. 120-130, 2017.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2004. 144 p.

FREIRES, I. A.; DENNY, C.; BENSO, B.; ALENCAR, S. M.; ROSALEN, P. L. Antibacterial activity of essential oils and their isolated constituents against cariogenic bacteria: A systematic review. **Molecules**, v. 20, p. 7329-7358, 2015.

HARKAT-MADOURI, L.; ASMA, B.; MADANI, K.; SAID, Z. B. S.; RIGOU, P.; GRENIER, D.; ALLALOU, H.; REMINI, H.; ADJAUD, A.; BOULEKBACHE-MAKHLOUF, L. Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of essential oil of *Eucalyptus globulus* from Algeria. **Industrial Crops and Products**, v. 78, p. 148-153, 2015.

JABBA, S. V.; JORDT, S. E. Risk analysis for the carcinogen pulegone in mint- and menthol-flavored e-cigarettes and smokeless tobacco products. **JAMA Internal Medicine**, v. 179, n. 12, p. 1721-1723, 2019.

JAIROCE, C. F.; TEIXEIRA, C. M.; NUNES, C. F. P.; NUNES, A. M.; PEREIRA, C. M. P.; GARCIA, F. R. M. Insecticide activity of clove essential oil on bean weevil and maize weevil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 72-77, 2015.

KASPER, S.; GASTPAR, M.; MÜLLER, W. E.; VOLZ, H.P.; MÖLLER, H.J.; SCHLÄFKE, S.; DIENEL, A. Lavender oil preparation Silexan is effective in generalized anxiety disorder - a randomized, double-blind comparison to placebo and paroxetine, **International Journal of Neuropsychopharmacology**, v. 17, n. 6, p. 859-869, 2014.

LIBÂNEO, J. C. **Adeus professor, adeus professora? Novas exigências educacionais e profissão docente**. São Paulo: Cortez, 2015. 104 p.

LIMPANUPARB, T.; LORPAIBOON, W.; CHINSUKSERM, K. An in silico investigation of menthol metabolism. **PLoS ONE**, v. 14, n. 9, p. e0216577, 2019.

LOPES, J. M.; MARQUES, N. C.; SANTOS, M. D. M. C.; SOUZA, C. F.; BALDISSERA, M. D.; CARVALHO, R. C.; SANTOS, L. L.; PANTOJA, B. T. S.; HEINZMANN, B. M.; BALDISSEROTTO, B. Dietary limon Citrus × latifolia fruit peel essential oil improves antioxidant capacity of tambaqui (*Colossoma macropomum*) juveniles. **Aquaculture Research** v. 51, p. 4852-4862, 2020.

MATSUSHITA, M. S.; DESCHAMPS, C.; CORRÊA JÚNIOR, C. Análise socioeconômica da produção de capítulos florais e óleo essencial de cultivares de camomila. **Informe GEPEC**, v. 21, n. 2, p. 122-130, 2018.

MOTA, V. S.; TURRINI, R. N. T.; POVEDA, V. B. Atividade antimicrobiana do óleo de *Eucalyptus globulus*, xilitol e papaína: estudo piloto. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 15, n. 1, p. 216-220, 2015.

MOURA, I. R.; RABELLO, T. B.; PEREIRA, K. F. A influência do eugenol nos procedimentos adesivos. **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 70, n. 1, p. 28-32, 2013.

OLIVEIRA, B. **Teor e composição química do óleo essencial em amostras comerciais de camomila (*Matricaria chamomilla* L.)**. Dissertação (Pós-graduação em Agroquímica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2012, 52 p.

ORAV, A.; RAAL, A.; ARAK, E; Content and composition of the essential oil of *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert from some European countries. **Natural Products Research**, v. 24, n. 1, p. 48-55, 2010.

PARSAEIMEHR, A.; YI-FENG, C.; ELMIRA, S. Bioactive Molecules of Herbal Extracts with Anti-Infective and Wound Healing Properties (Chapter 12) in **Microbiology for Surgical Infections**, Kateryna Kon, Mahendra Rai, Eds. Academic Press, p. 205-220, 2014.

PORTO, C.; DECORTI D.; KIKIC I. Flavour compounds of *Lavandula angustifolia* L. to use in food manufacturing: comparison of three different extraction methods. **Food Chemistry**, v. 112, p. 1072-1078, 2009.

PREVIDELI, F. D.; ALMEIDA, M. M. Y. O mercado "in natura" do limão Tahiti. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 409-416, 2020.

SANTOS, A. R. F. C.; CRUZ, J. H. A.; GUÊNES, G. M. T.; OLIVEIRA FILHO, A. A.; ALVES, M. A. S. G. *Matricaria chamomilla* L.: propriedades farmacológicas. **Archives of Health Investigation**, v. 8, n. 12, p. 846-852, 2019.

SCHERER, R.; WAGNER, R.; DUARTE, M. C. T.; GODOY, H. Y. Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 11, n. 4, p. 442-449, 2009.

SCHMIDT, E.; BAIL, S.; BUCHBAUER, G.; STOILOVA, I.; ATANASOVA, T.; STOYANOVA, A.; KRASTANOV, A.; JIROVETZ, L. Chemical composition, olfactory evaluation and antioxidant effects of essential oil from *Mentha x piperita*. **Natural Product Communications**, v. 4, n.8, p. 1107-1112, 2009.

SIMAS, D. L. R.; AMORIM, S. H. B. M.; OLIVEIRA, J. M.; ALVIANO, D. S.; SILVA, A. J. R. Caracterização dos óleos essenciais de frutas cítricas. **Citrus Research & Technology**, v. 36, n. 1, p. 15-26, 2015.

SILVESTRI, J. D. F.; PAROUL, N.; CZYEWski, E.; LERIN, L.; ROTAVA, I.; CANSIAN, R. L.; MOSSI, A.; TONIAZZO, G.; OLIVEIRA, D.; TREICHEL, H. Perfil da composição química e atividades antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thunb.). **Revista Ceres**, v. 57, n. 5, p. 589-594, 2010.

STANOJEVIC, L. P.; MARJANOVIC-BALABAN, Z. R.; KALABA, V. D.; STANOJEVIC, J. S.; CVETKOVIC, D. J. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of chamomile flowers essential oil (*Matricaria chamomilla* L.). **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 19, n. 8, p. 2017-2028, 2016.

TEIXEIRA, J. P. F.; MARQUES, M. O. M.; FIGUEIREDO, J. O. Composição química de óleos essenciais de quinze genótipos de limão em duas épocas de colheita. **Citrus Research & Technology**, v. 34, n. 2, p. 65-74, 2013.

TORRES, A.; SIMÕES, J. Extração do óleo essencial da canela em casca em sistemas aquosos e orgânicos visando a obtenção de cinamaldeído. Separata de: PANIAGUA, C. (org.). **Trabalhos nas áreas de fronteira da química**. Ponta Grossa - PR: Atena, 2021. v. 2, cap. 3, p. 24-33.

TOSCANO-GARIBAY, J. D.; ARRIAGA-ALBA, M.; SÁNCHEZ-NAVARRETE, J.; MENDOZA-GARCÍA, M.; FLORES-ESTRADA, J. J.; MORENO-EUTIMIO, M. A.; ESPINOSA-AGUIRRE, J. J.; GONZALES-ÁVILA, M.; RUIZ-PÉREZ, N. J. Antimutagenic

and antioxidant activity of the essential oils of *Citrus sinensis* and *Citrus latifolia*. **Scientific Reports**, v. 7, p. 11479, 2017. 7p.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. Óleo essencial de eucalipto. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo. **Documentos Florestais**, n. 17. 2003. 26p.

